

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT and LIVING SYSTEMS

Рецензируемый научный журнал

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

Журнал индексируется в международной базе Scopus.

The peer-reviewed journal

The journal is included by the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation into “the List of leading reviewed academic journals and periodicals recommended for publishing in corresponding series basic research thesis results for a PhD. 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 – Geoeology (Geographic Sciences).

The journal is Scopus -indexed

ISSN 2712-7613 (print)

ISSN 2712-7621 (online)

2024 № 3

Редакционная коллегия

Главный редактор:

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

Ответственный секретарь:

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

Члены редакционной коллегии:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ISSN 2712-7613 (print)

ISSN 2712-7621 (online)

Рецензируемый журнал «Географическая среда и живые системы» печатает научные статьи и обзоры по актуальным проблемам географической экологии и геосистемного прогнозирования, биологического разнообразия ландшафтов и индикации окружающей среды, по диагностике социально-экологических проблем, пространственного планирования и «зеленого» развития территорий, формирования и эволюции туристских дестинаций, территориальной и ресурсной охраны природы.

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

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

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

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

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

Ответственность за содержание статей несут авторы.

Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems. 2024. № 3. 150 с.

© Государственный университет просвещения, 2024.

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.geocosreda.ru; www.vestnik-mgou.ru

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

— Issued 4 times a year —

Editorial board

Editor-in-chief:

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

Executive secretary:

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

Members of Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

N. E. Ryazanova — PhD (Geography), MGIMO University;

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

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

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

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

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

Yu. V. Shumilov — Dr. Sci. (Geological and Mineralogical Sciences);

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

ISSN 2712-7613 (print)

ISSN 2712-7621 (online)

The reviewed scientific journal «Geographical Environment and Living Systems» publishes scientific papers and reviews on topical issues including, but not limited to, geographical ecology and geosystem forecasting, spatial planning and 'green' development of territories, biological diversity and environmental indication, 'green' chemistry and environmental safety, and diagnosis of socially and environmentally conditioned human diseases.

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

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

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

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

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

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

Geographical Environment and Living Systems. 2024. no. 3. 150 p.

© State University of Education, 2024.

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.geocosreda.ru; www.vestnik-mgou.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕНДЕНЦИИ И ФАКТОРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ СТРАН И ТЕРРИТОРИЙ

Наумов А. С., Чубаров И. Г., Дворецкий В. А. Современные изменения в региональной специализации земледелия КНР (1990–2018 гг.) 6

ОТКЛИКИ ЛАНДШАФТОВ И ЭКОСИСТЕМ НА ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Григорьев А. А., Шалаумова Ю. В., Терентьева М. В., Вьюхин С. О., Балакин Д. С., Моисеев П. А. Горные тундры Южного Урала: современное распространение и угроза исчезновения в XXI веке 26

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ОХРАНА ЛАНДШАФТОВ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Лукьянов Л. Е., Красовская Т. М., Емельянова Л. Г. Геоботанический мониторинг светового загрязнения в городском ООПТ (на примере природного заказника «Воробьёвы горы» г. Москвы) 47

Ашихмина Т. В., Жидова М. В., Котов Д. В. Применение информационных технологий для оценки и прогнозирования газоэмиссионных процессов на полигонах ТКО 62

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ: ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ

Кондратьева С. В. Развитие туризма в средиземноморском городе Мерсин (Турция): мнение местных жителей. 80

Даньшин А. И., Мавлонов А. М., Шабалина Н. В. Сельское хозяйство как элемент новых туристских дестинаций Бухарской области. 107

ОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Зотова Л. И., Викулина М. А. Научно-методические аспекты преподавания учебных курсов по геоэкологическим проблемам равнинных и горных территорий в криолитозоне 123

CONTENTS

TRENDS AND FACTORS OF SPATIAL DEVELOPMENT OF COUNTRIES AND TERRITORIES

A. Naumov, I. Chubarov, V. Dvoretzkiy. Contemporary Changes in Regional
Specialisation of Farming In PRC (1990–2018)6

RESPONSES OF LANDSCAPES AND ECOSYSTEMS TO GLOBAL CLIMATE CHANGE

A. Grigoriev, Y. Shalaumova, M. Terentieva, S. Vyukhin, D. Balakin, P. Moiseev.
Alpine Tundras of the Southern Urals: Current Distribution and Threat of Extinction
in the 21st Century26

NATURAL AND ANTHROPOGENIC PROCESSES, LANDSCAPE AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

L. Lukianov, T. Krasovskaya, L. Emelyanova. Geobotanical Monitoring of Light Pollution
in Urban Nature Protected Areas (The Case Study of the Vorobyovy Gory Nature Reserve
in Moscow)47

T. Ashikhmina, M. Zhidova, D. Kotov. Application of Information Technologies
for Estimation and Forecasting of Gas Emission Processes at TCO Landfills.....62

TERRITORIAL TOURISM AND RECREATION SYSTEMS: FEATURES OF FORMATION AND DEVELOPMENT

S. Kondrateva. Tourism Development of the Mediterranean City of Mersin (Turkey):
Local’s Opinion.....80

A. Danshin, A. Mavlonov, N. Shabalina. Agriculture as an Element of New Tourist
Destinations in the Bukhara Region107

EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

L. Zotova, M. Vikulina. Scientific and Methodological Aspects of Teaching Courses
on Geocological Problems of Plains and Mountains Areas in the Permafrost Zone123

ТЕНДЕНЦИИ И ФАКТОРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ СТРАН И ТЕРРИТОРИЙ

Научная статья

УДК 911.3: 914/919

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-6-25

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РЕГИОНАЛЬНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КНР (1990–2018 ГГ.)

Наумов А. С.¹, Чубаров И. Г.², Дворецкий В. А.³

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация
e-mail: alnaumov@mail.ru; ORCID: 0000-0002-5099-212X

² Институт Китая и современной Азии РАН
117997, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 32, Российская Федерация
e-mail: ilya.chubarov@vk.com; ORCID: 0000-0002-4672-6566

³ Факультет изменений окружающей и городской среды Йоркского университета
ON M3J1P3, Торонто, ул. Кил Стрит, 4700, Канада
e-mail: dvoretskyvladimir@gmail.com; ORCID: 0009-0009-0403-4850

Поступила в редакцию 26.07.2024

После доработки 28.08.2024

Принята к публикации 05.09.2024

Аннотация

Цель. Выявление изменений в основных отраслях земледелия Китая и обусловивших их факторов на основе анализа статистических данных по провинциям КНР за период 1990–2018 гг.

Процедура и методы. Анализ данных динамики территориальной концентрации земледелия основан на расчёте индекса локализации посевных площадей сельскохозяйственных культур по провинциям, автономным районам и городам центрального подчинения. За 1990–2018 гг. проанализированы размеры посевных площадей основных сельскохозяйственных культур Китая: риса, пшеницы, кукурузы, сои, рапса, арахиса, подсолнечника, сахарного тростника, сахарной свеклы, табака и чая, а также агрегированные данные по корне- и клубнеплодам, прочим овощным и плодовым культурам.

Результаты. Анализ показал, что более узкой специализацией отличаются регионы на севере и на юго-востоке Китая. В целом по стране наименьшим уровнем территориальной концентрации отличалось производство плодовых, овощей, зерновых культур и арахиса.

Теоретическая и/или практическая значимость. Результаты исследования позволяют сделать вывод, что Китай всё больше встраивается в глобальную систему сельскохозяйственных районов, при этом эти изменения в размещении основных отраслей земледелия существенно влияют на трансформацию всей мировой системы. Изменения в специализации земледелия КНР на национальном и региональном уровнях могут оказать как положительное, так и отрицательное воздействие на потенциал импорта российской сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: география сельского хозяйства, земледелие, рыночные реформы, сельскохозяйственные районы, территориальная концентрация, Китай

Благодарности. В статье представлены результаты научно-исследовательской работы, выполненной в рамках государственного задания на географическом факультете МГУ имени М. В. Ломоносова (№ 121051400060-2 «Теория и практика эволюционного страноведения в условиях глобальных вызовов») и в Институте Китая и современной Азии РАН (FMSF-2024-0020 «Государственное и правовое строительство в КНР»). Авторы благодарны профессору Института географии и природных ресурсов КАН Ли Юйхэну за ценные консультации при написании работы, а также студенту географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова Чжан Цзию за сбор статистической информации, использованной для расчётов и составления карт.

Original Research Article

CONTEMPORARY CHANGES IN REGIONAL SPECIALISATION OF FARMING IN PRC (1990–2018)

A. Naumov¹, I. Chubarov², V. Dvoretzkiy³

¹ *Lomonosov Moscow State University*

Leninskie Gory 1, Moscow 119991, Russian Federation

e-mail: alnaumov@mail.ru; ORCID: 0000-0002-5099-212X

² *Institute of China and Contemporary Asia, Russian Academy of Sciences*

Nakhimovsky prosp.32, Moscow 117997, Russian Federation

e-mail: ilya.chubarov@vk.com; ORCID: 0000-0002-4672-6566

³ *Faculty of Environmental & Urban Change, York University*

Keele Street 4700, ON M3J1P3, Toronto, Canada

e-mail: dvoretzkiyvladimir@gmail.com; ORCID: 0009-0009-0403-4850

Received 26.07.2024

Revised 28.08.2024

Accepted 05.09.2024

Abstract

Aim. Identifying the changes and factors in the allocation of China's major farming industries by analyzing statistical data for PRC provinces from 1990 to 2018.

Methodology. The analysis of data on the dynamics of the territorial concentration of agriculture is based on the calculation of the index of localization of sown areas of crops by provinces, autonomous regions and cities of central subordination. The dynamics of the sown area of China's main agricultural crops in 1990-2018 was analyzed: rice, wheat, corn, soybeans, rapeseed,

peanuts, sunflower, sugar cane, sugar beet, tobacco and tea, as well as aggregated data on root and tubers, other vegetable and fruit crops.

Results. The analysis showed that the regions in the north and south-east of China differ in narrower specialization. In the whole country, the production of fruits, vegetables, cereals and peanuts was characterized by the lowest level of territorial concentration.

Research implications. The results of the study allow us to conclude that China is increasingly integrating into the global system of agricultural areas, while these changes in the location of the main branches of agriculture significantly affect the transformation of the entire global system. Changes in the specialization of PRC farming at the national and regional levels can in positive and negative ways effect China's import of Russian agricultural products.

Keywords: agricultural geography, farming, market reforms, spatial concentration, China

Acknowledgments. The article presents the results of the research work carried out within the state assignment at the Geography Department of Lomonosov Moscow State University (No. 121051400060-2 'Theory and Practice of Evolutionary Country Studies in the Context of Global Challenges') and at the Centre for Political Research and Forecasts of the Institute of China and Contemporary Asia of the Russian Academy of Sciences (FMSF-2024-0020 'State and Legal Construction in the PRC'). The authors are grateful to Prof. Li Yuheng of the Institute of Geography and Natural Resources, CAS, for valuable consultations in writing the paper, and to Zhang Jiyu, a student of the Faculty of Geography, Moscow State University, for collecting statistical information used for calculations and mapping.

Введение

В результате долговременных процессов развития товарного сельскохозяйственного производства и углубления международного разделения труда к настоящему времени в мире сложилась глобальная система специализированных сельскохозяйственных районов [6; 7]. Эта система постоянно претерпевает изменения, вызванные различными причинами, одна из которых – рыночные реформы экономики на постсоветском пространстве и в других странах. Особенный интерес представляет включение в глобальную систему сельскохозяйственных районов Китая – страны с крупнейшим в мире рынком потребления сельскохозяйственной продукции – и в то же время быстро растущей мировой аграрной державы. Не случайно в оценке перспектив глобальных рынков сельскохозяйственной продукции в совместном докладе ОЭСР и ФАО

«Обзор сельского хозяйства: 2013–2022» основной акцент был сделан на теме «Накормить Китай – перспективы и вызовы грядущего десятилетия»¹. В Китае ускоренными темпами происходит перестройка отраслевой и территориальной структуры аграрного производства, что объясняет интерес к выявлению сдвигов в размещении основных отраслей сельского хозяйства этой страны.

Реформы сельского хозяйства стали одной из основ масштабных преобразований в КНР после объявленного в конце 1970-х гг. перехода к новой экономической политике. В ходе кампании «четырёх модернизаций» при сохранении государственной собственности на землю произошли кардинальные изменения в системе землепользования. Одним из главных

¹ OECD-FAO Agricultural Outlook 2013. OECD Publishing, Paris. 324 p. DOI: 10.1787/agr_outlook-2013-en

элементов многоукладной аграрной экономики на первом этапе реформ стали семейные крестьянские хозяйства («семейный подряд»), заменившие коллективные формы хозяйствования [1]. Затем были отменены налоги для некоторых категорий сельскохозяйственных товаропроизводителей, введены дотации для семейных хозяйств. Ценообразование на основные виды сельскохозяйственной продукции постепенно выводилось из-под государственного контроля, важным фактором развития и размещения аграрного производства стали рыночные механизмы. При этом в функции государства по-прежнему входит определение квот регионов на производство основных видов продовольствия, контроль внешней торговли зерном и другими продовольственными товарами, регулирование использования земельного фонда, реализация крупных проектов в области мелиорации, механизации и химизации земледелия, финансирование научно-исследовательских работ и профессиональной подготовки кадров. Государство не только стимулирует развитие агропроизводства, но и осуществляет масштабные программы по развитию сельских территорий и искоренению на них бедности [13; 25; 27].

Результатом реформ стало многократное увеличение объёма валового сбора основных сельскохозяйственных культур. Вступление КНР в ВТО в 2001 г. открыло для китайской аграрной продукции международные рынки, хотя ограничения на её экспорт в целях обеспечения продовольственной безопасности сохранились. Значительно выросли и объёмы импорта продовольственных товаров.

Масштабные изменения, происходящие в сельском хозяйстве Китая, освещены во многих публикациях в китайских и международных научных изданиях. Но лишь относительно небольшая их часть посвящена изменениям в территориальной структуре и региональной специализации агропроизводства этой большой и очень разнообразной в географическом отношении страны. Одной из причин было то, что статистические данные, особенно в региональном разрезе, публиковались только на китайском языке.

Первые выводы о децентрализации внутреннего рынка аграрной продукции в Китае и об усиливающихся различиях в развитии сельского хозяйства на уровне провинций были сделаны в начале 2000-х гг.¹. Впоследствии выявленные структурные сдвиги в экономике провинций показали, что в большинстве из них сельское хозяйство перестало играть ведущую роль, уступив место промышленности и услугам [21]. Особо отмечалось влияние на отраслевую структуру и региональную специализацию сельского хозяйства институционального фактора: либерализации внешней торговли, ограничения протекционизма и ухода от продовольственной автаркии провинций [14; 15; 23]. Возрастает роль инвестиций, в т. ч. иностранного капитала, хотя в отношении него до сих пор действуют ограничения [2; 24],

¹ Park Albert, Du Yang. 2003. Blunting the Razor's Edge: Regional Development in Reform China. Unpublished manuscript, August 2003 [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/229019358_Blunting_the_Razor's_Edge_Regional_Development_in_Reform_China (дата обращения: 24.07.2024).

а рынка сельскохозяйственных земель фактически не существует.

Правительством КНР взят курс на формирование рынка земельных ресурсов без отказа от базовой политики государственной или коллективной собственности на землю [3; 11]. Быстрая урбанизация и индустриализация стали угрожать сохранению необходимого объёма сельскохозяйственных земель, что заставило центральное правительство вмешаться и более жёстко очертить минимальный допустимый уровень снижения площади пашни по регионам [12].

В некоторых публикациях отражены результаты количественного анализа региональной специализации сельского хозяйства Китая. Например, на основании расчётных индексов за 2003–2011 гг. для видов продукции, на которые приходится около 70% всей стоимости агропроизводства в стране, было показано, что в целом сельское хозяйство стало менее диверсифицированным, а на уровне провинций – более узкоспециализированным. Переломным стал 2007 г., после которого ослабление государственного контроля и растущая открытость по отношению к глобальным рынкам вынудили китайские регионы приспосабливаться к новым экономическим реалиям с учётом сравнительных преимуществ [22]. Особо стоит отметить исследование региональных диспропорций в эффективности и технологическом уровне сельского хозяйства, в котором на основе анализа данных по низовым административным единицам выделено 4 макрорегиона [16].

Более подробная картина территориальной дифференциации сельского хозяйства Китая дана в работе, авто-

рами которой предложена двухуровневая схема комплексного сельскохозяйственного районирования Китая (15 районов, 53 подрайонов) и проведено её сравнение с районированием 1981 г. [19]. На официальном уровне используется схема деления страны на зоны приоритетного, достаточного и защищённого устойчивого развития сельского хозяйства, на которую опирается выработка соответствующих мер государственной отраслевой и региональной политики области¹.

В опубликованных в последние годы работах китайских географов основными факторами территориальной дифференциации сельского хозяйства КНР названы урбанизация [18], ограниченность земельных ресурсов [17; 26] и государственная политика комплексного планирования развития аграрного сектора в целях обеспечения продовольственной безопасности [20].

Опираясь на данные национальной (статистические ежегодники КНР и всех провинциальных административных единиц за 2018 г.²) и международной сельскохозяйственной статистики³, мы проанализировали сдвиги,

¹ 全国农业可持续发展规划(2015–2030年) [Программа развития устойчивого сельского хозяйства КНР на 2015–2030 гг.]. Минсельхоз КНР и другие ведомства. 20 мая 2015 г. URL: http://www.moa.gov.cn/ztlz/mywrfz/gzgh/201509/t20150914_4827900.htm (accessed on 23.07.2024) (на кит.)

² 中国统计年鉴2018, 各省区市统计年鉴2018 [Статистические ежегодники КНР и всех провинций, автономных округов и городов центрального подчинения за 2018 г.]. ГСУ КНР и статуправления соответствующих единиц АДД.

³ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food and Agriculture data (FAO-STAT). <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. (accessed 23.07.2024); United States Department of Agriculture Extension Research Service –

произшедшие в размещении основных отраслей растениеводства Китая за 1990–2018 гг. (животноводство не рассматривалось). За начало исследуемого периода взят 1990 г. К этому времени прошло 7 лет с начала реализации на всей территории КНР «политики ответственности крестьянских хозяйств» и уже проявились результаты первого этапа рыночных реформ. В 1993 г. закупочные цены на сельскохозяйственную продукцию были установлены государством на уровне рыночных, и базовая стадия аграрных преобразований завершилась [10]. К 2018 г. основные черты новой рыночной региональной специализации сельского хозяйства КНР уже успели сформироваться. Более поздние изменения, вызванные пандемией COVID-19 и новой геополитической ситуацией в мире, в нашей работе не рассматриваются.

В региональном разрезе анализировалась динамика посевной площади основных сельскохозяйственных культур Китая: риса, пшеницы, кукурузы, сои, рапса, арахиса, подсолнечника, сахарного тростника, сахарной свеклы, табака, чая. Также рассматривались агрегированные данные по корне- и клубнеплодам, прочим овощным и плодовым культурам. В китайских статистических сборниках в первую из этих 3 групп объединены картофель и батат – культуры, выращиваемые в

районах с различными агроклиматическими условиями, что не позволило включить их в анализ. Не удалось найти данные на уровне регионов по динамике площадей таких важных для Китая сельскохозяйственных культур, как лён, тунг, джут и некоторым другим. Исследование проводилось по всем административно-территориальным единицам первого порядка материкового Китая (Mainland China) без учёта специальных автономных районов Гонконг (Сянган) и Макао (Аомэнь) – преимущественно городских территорий, включённых в состав КНР соответственно в 1997 и 1999 г.; данные по Тайваню отсутствуют.

В основу количественной оценки размещения отраслей растениеводства Китая был положен расчёт индекса локализации посевных площадей (ИЛПП) отдельных сельскохозяйственных культур и их групп. Значения ИЛПП позволяют оценить уровень территориальной концентрации отраслей земледелия и выявить региональные особенности его специализации. ИЛПП рассчитывается по формуле:

$$\text{ИЛПП}_{ij} = S_{ij} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_{ij}}{\sum_{i=1}^n S_i \sum_{j=1}^m S_j},$$

где:

i – сельскохозяйственная культура;

j – регион (часть страны);

S – посевная площадь;

n – число сельскохозяйственных культур;

m – общее число регионов.

Индекс может принимать значения от 0 до 1. Более высокие значения указывают на повышенную, в сравнении со страной в целом, степень специали-

USDA/ERS, and Center for International Earth Science Information Network – CIESIN. 1996. China Dimensions Data Collection: Agricultural Statistics of the People's Republic of China: 1949-1990. Palisades, New York: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). URL: <https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/cddc-china-agricultural-stats-1949-1990> (accessed 23.07.2024).

зации региона на выращивании данной сельскохозяйственной культуры (группы культур). Подобная методика уже использовалась нами для анализа региональной специализации земледелия в России, США и других зарубежных странах [8; 9]. Есть примеры применения подобного показателя для других стран, например, Кубы [5].

Расчёты ИЛПП позволяют нивелировать различия в площади территориальных единиц, что особенно важно с учётом специфики административно-территориального устройства Китая (рис. 1). Использование в качестве базового показателя размера посевной площади представляется нам продуктивным и единственно возможным

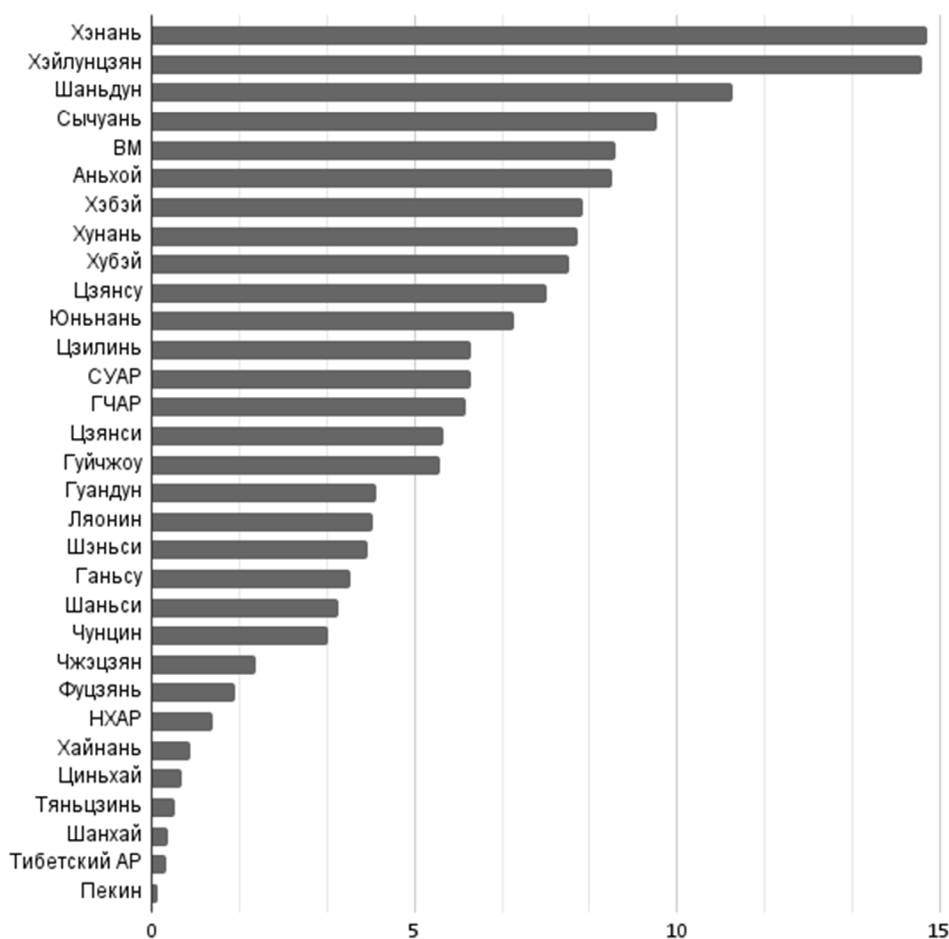


Рис. 1 / Fig. 1. Общая посевная площадь основных сельскохозяйственных культур по регионам Китая на 2018 г., млн га / The total sown area of major crops by regions of China in 2018, million hectares.

Источник: составлено по: 中国统计年鉴2018, 各省区市统计年鉴2018 [Статистические ежегодники КНР и всех провинций, автономных округов и городов центрального подчинения за 2018 г.]. ГСУ КНР и статуправления соответствующих единиц АТД, 2019

при отсутствии статистических данных о стоимости сельскохозяйственной продукции в целом и отдельных её видов, а также в условиях неполной товарности хозяйства. Важно отметить, что за рассматриваемый период величина общей посевной площади всех сельскохозяйственных культур в Китае существенно не изменилась, в 1990 г. она составляла 131,3 млн, а в 2018 г. – 128,6 млн га. В 2009 г. размер посевной площади достиг 135,4 млн га, после чего он постоянно снижался и в 2021 г. составил 127,9 млн га¹. Тем самым изменения в региональной специализации земледелия не были связаны

с освоением новых земель или конверсией пастбищ, основным фактором стала рыночная оптимизация размещения агропроизводства.

Анализ изменений специализации земледелия КНР

Как показали наши расчёты, в 2018 г. наименьшим уровнем территориальной концентрации отличалось производство плодовых, овощей, зерновых культур и арахиса (табл. 1). По плодовым культурам значения ИЛПП превышали 1 ед. в 16 регионах Китая, по овощам – в 15, рису – в 14. Для пшеницы, кукурузы, арахиса, рапса и

Таблица 1 / Table 1

Значения индекса локализации посевных площадей основных сельскохозяйственных культур по регионам Китая, 2018 г. / The localization index of sown area of major crops by regions of China, 2018

Регионы	Рис	Пшеница	Кукуруза	Соя	Клубнеплоды	Хлопчатник	Арахис	Рапс	Сахарный тростник	Сахарная свекла	Табак	Овощи	Плодовые	Чай
Провинции														
Аньхой	1,6	2,2	0,5	1,3	0,2	0,5	0,6	1,0	0,0	0,0	0,1	0,6	0,2	1,1
Ганьсу	0,0	1,4	1,1	0,6	3,5	0,3	0,0	1,2	0,0	0,8	0,1	0,8	1,2	0,2
Цзилинь	0,8	0,0	2,7	0,9	0,2	0,0	1,5	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1	0,0
Гуандун	2,3	0,0	0,1	0,2	1,1	0,0	2,8	0,0	4,8	0,0	0,6	2,4	3,2	0,8
Гуйчжоу	0,7	0,2	0,4	1,0	3,8	0,0	0,3	2,3	0,2	0,0	4,2	2,1	1,5	4,7
Ляонин	0,6	0,0	2,5	0,3	0,5	0,0	2,4	0,0	0,0	0,4	0,2	0,6	1,2	0,0
Сычуань	1,1	0,5	0,8	0,9	3,0	0,0	1,0	3,2	0,1	0,0	1,3	1,2	1,1	2,2
Фуцзянь	2,2	0,0	0,1	0,4	2,1	0,0	1,6	0,1	0,4	0,0	4,8	2,9	2,9	7,4
Хайнань	1,9	0,0	0,0	0,1	1,1	0,0	1,5	0,0	3,4	0,0	0,0	2,9	3,4	0,2
Хубэй	1,7	1,0	0,4	0,5	0,9	1,0	1,1	3,0	0,1	0,0	0,7	1,3	0,6	2,3
Хунань	2,7	0,0	0,2	0,3	0,5	0,4	0,5	3,8	0,1	0,0	1,7	1,3	0,9	1,1
Хэбэй	0,1	2,0	1,7	0,2	0,6	1,3	1,1	0,1	0,0	1,7	0,0	0,8	0,9	0,0
Хэйлунцзян	1,4	0,1	1,7	4,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0
Хэнань	0,2	2,7	1,0	0,5	0,2	0,1	2,9	0,3	0,0	0,0	1,0	0,9	0,4	0,4
Цзянси	3,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	1,1	2,2	0,3	0,0	0,5	0,9	1,0	1,0

¹ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food and Agriculture data (FAO-STAT). <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. (дата обращения: 23.07.2024)

Окончание табл. 1

Регионы	Рис	Пшеница	Кукуруза	Соя	Клубнеплоды	Хлопчатник	Арахис	Рис	Сахарный тростник	Сахарная свекла	Табак	Овощи	Плодовые	Чай
Провинции														
Цзянсу	1,6	2,2	0,3	0,6	0,1	0,1	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	1,5	0,4	0,3
Циньхай	0,0	1,4	0,1	0,4	3,7	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2	0,0
Чжэцзян	1,8	0,3	0,1	0,9	0,9	0,1	0,3	1,3	0,4	0,0	0,0	2,6	2,3	5,6
Шаньдун	0,1	2,5	1,4	0,2	0,2	0,8	2,3	0,0	0,0	0,0	0,3	1,1	0,7	0,1
Шаньси	0,0	1,1	1,9	1,2	1,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,4	1,4	0,0
Шэньси	0,1	1,6	1,1	0,8	2,0	0,1	0,4	1,1	0,0	0,0	0,6	1,0	3,8	1,9
Юннань	0,7	0,3	1,0	1,1	1,8	0,0	0,2	0,9	4,5	0,0	9,4	1,3	1,2	3,8
Автономные районы														
Внутр. Монголия	0,1	0,5	1,7	2,4	0,9	0,0	0,1	0,7	0,0	10,6	0,0	0,2	0,1	0,0
Гуанси-Чжуанский	1,6	0,0	0,4	0,4	1,0	0,0	1,3	0,1	17,5	0,0	0,3	2,0	3,0	0,7
Нинся-Хуэйский	0,4	0,8	1,1	0,3	2,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,9	1,1	0,0
Синьцзян-Уйгурский	0,1	1,2	0,7	0,1	0,1	20,3	0,0	0,3	0,0	7,3	0,0	0,4	2,1	0,0
Тибетский	0,0	0,8	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
Города центрального подчинения														
Пекин	0,0	0,7	1,5	0,4	0,3	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	6,3	0,0
Тяньцзинь	0,5	1,8	1,7	0,3	0,1	2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9	0,0
Чунцин	1,1	0,1	0,5	1,0	4,6	0,0	0,7	1,9	0,1	0,0	1,5	1,8	1,3	0,7
Шанхай	2,0	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	2,7	0,7	0,0

Примечание: Жирным шрифтом выделены значения ИЛПП >1, подчеркнуты максимальные значения ИЛПП для каждой сельскохозяйственной культуры

Источник: рассчитано по: 中国统计年鉴2018, 各省区市统计年鉴2018 [Статистические ежегодники КНР и всех провинций, автономных округов и городов центрального подчинения за 2018 г.], ГСУ КНР и статуправления соответствующих единиц АТД, 2019

клубнеплодов регионов с ИЛПП более 1 ед. было в 12, для чая – 10, сои и табака – по 7, хлопчатника и сахарного тростника – по 4, сахарной свеклы – 3. У зерновых культур и арахиса самые низкие значения ИЛПП – от 2,7 до 3,4 ед. Технические культуры отличаются наиболее высокими значениями ИЛПП: хлопчатник – 20,3 ед. в Синьцзян-Уйгурском АР (СУАР)¹, сахарный тростник – 17,5 в Гуанси-Чжуанском АР, сахарная свекла – 10,6 во Внутрен-

ней Монголии, табак – 9,4 в провинции Юньнань, чай – 7,8 в провинции Фуцзянь.

Сравнение результатов расчётов ИЛПП на 1990 и на 2018 г. указывает на значительные изменения в размещении посевов основных сельскохозяйственных культур Китая (рис. 2).

Валовой сбор риса за это время увеличился на 12%, в то время как его уборочная площадь сократилась почти на 8%. Прирост производства был обеспечен ростом урожайности в среднем

¹ Здесь и далее АР – автономный район.

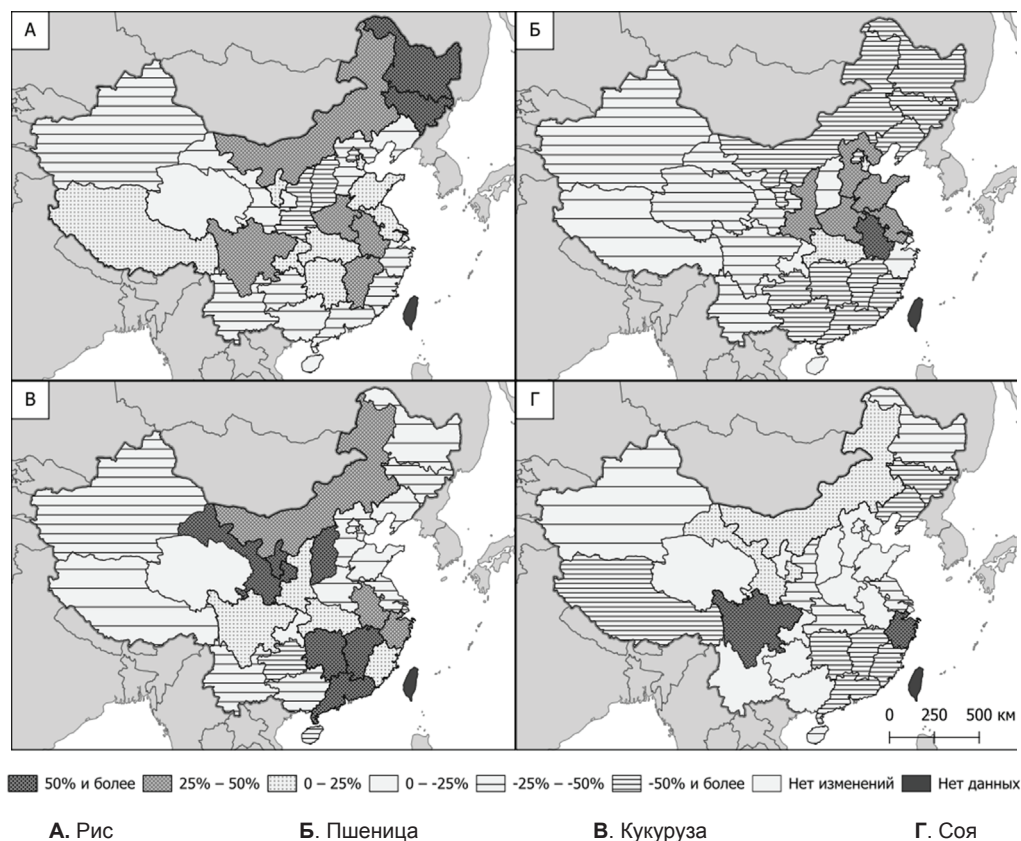


Рис. 2 / Fig. 2. Изменение значений индекса локализации посевных площадей по регионам Китая за 1990–2018 гг. / Changes in the localization index of sown area by regions of China for 1990–2018

Источник: составлено по: 中国统计年鉴2018, 各省区市统计年鉴2018 [Статистические ежегодники КНР и всех провинций, автономных округов и городов центрального подчинения за 2018 г.]. ГСУ КНР и статуправления соответствующих единиц АТД, 2019.

по стране с 5,7 до 7,0 т/га. Рис – главная и наиболее широко распространённая в Китае зерновая культура, что объясняет низкие значения ИЛПП для неё во всех провинциях, где её выращивают. В 1990 г. максимальное значение индекса – 3,2 ед. отмечалось в провинции Фуцзянь, а в 2018 г. оно составило 3,4 ед. в соседней провинции Цзянси. Более выражена специализация на рисе у юго-восточных провинций, где агроклиматические условия не способствуют выращиванию пшеницы

и кукурузы; на них приходится около половины всего объёма валового сбора. Динамика значений ИЛПП за 1990–2018 гг. указывает на сдвиг основного рисоводческого района от интенсивно урбанизирующегося побережья вглубь территории. В то же время обращает на себя внимание усиление специализации на рисоводстве провинции Хэйлунцзян (в 2018 г. 13% всего валового сбора). Площадь под рисом за исследуемый период расширилась в ней в 5,6 раза – с 674 тыс. до 3783 тыс. га.

Определённую роль в этом сыграли продвижение регионального бренда¹ и позиционирование провинции как основной рисовой «житницы» Китая. В то же время в основных рисоводческих провинциях происходит диверсификация земледелия: в 1990 г. значение ИЛПП для риса превышало 2 ед. в 7 провинциях, а в 2018 г. – только в 5.

Посевная площадь пшеницы за 1990–2018 гг. сократилась с 30,8 млн до 24,3 млн га, а её валовой сбор вырос с 98,2 млн до 131,4 млн т. Рост средней по стране урожайности с 3,2 до 5,4 т/га произошёл вследствие перехода на новые агротехнологии. Почти 80% производства пшеницы в 2018 г. приходилось на север Восточно-Китайской равнины. Но и в образующих этот район провинциях Хэнань, Шаньдун, Аньхой, Цзянсу и Хэбэй земледелие диверсифицировано, специализация на пшенице выражена относительно слабо. И в 1990, и в 2018 г. в Китае было всего 4 провинции со значениями ИЛПП пшеницы выше 2 ед. На остальной территории страны, особенно в северо-восточных, юго-восточных провинциях и на Лессовом плато, значения индекса за исследуемый период сократились. Значимое увеличение площади под пшеницей отмечалось всего в 2 провинциях – Аньхой и Хэнань, которые вместе с провинциями Цзянсу и Шаньдун удерживают лидерство по значениям ИЛПП этой культуры. Утратили специализацию на пшенице Синцзян-Уйгурский автономный район и северо-западные провинции Ганьсу и Цинхай.

¹ Рис из Учана (五常大米), городского уезда в провинции Хэйлунцзян, в 2017 г. был признан самым вкусным в стране. Он внесён в перечень продуктов с защищённым географическим наименованием.

Кукуруза выращивается в основном в северных и северо-восточных провинциях (71% валового сбора). Более 1/3 производства обеспечивают Хэйлунцзян, Цзилинь и Внутренняя Монголия. В целом по стране за исследуемый период кукуруза показала положительную динамику по всем параметрам: посевной площади (рост с 21,4 млн до 42,1 млн т), валовому сбору (с 96,8 до 257,7 млн т) и урожайности (с 4,5 до 6,1 т/га). Основной прирост площади под кукурузой обеспечили Хэйлунцзян и Внутренняя Монголия (соответственно на 4 млн и 3 млн га). Фактически происходило целенаправленное формирование специализации этих регионов на кукурузе в рамках политики достижения Китаем самообеспеченности данным видом зерна. Основной вклад в это внесли государственные агропредприятия, в т.ч. обеспечивающие пополнение стратегического продовольственного запаса. В 1990 г. выделялись 5 провинций со значениями ИЛПП кукурузы выше 2 ед. (максимум 3,9 в Цзилине). В 2018 г. таких провинций осталось всего 2 – Ляонин и Цзилинь, причём в последней значение упало до 2,7 ед. Специализация на кукурузе в Маньчжурии, провинциях прибрежной части междуречья Хуанхэ и Янцзы, а также на юге и на западе Китая размывалась другими культурами.

Общая площадь посевов сои в Китае за исследуемый период расширилась незначительно: с 7,6 млн до 8,4 млн га (по другим данным до 10,2 млн га). В то же время её ежегодный валовой сбор вырос с 11 млн до 16 млн т, главным образом вследствие увеличения урожайности с 1,4 до 1,9 т/га. В 1990 г. почти 2/3 всей площади под соей при-

ходило на северо-восточные провинции Хэйлунцзян, Цзилинь и Ляонин. Остальные посевы размещались на Великой Китайской равнине, Лессовом плато и в нескольких юго-восточных провинциях. К 2018 г. посевная площадь сои в провинции Хэйлунцзян почти удвоилась и достигла 3,7 млн га. Однако значение ИЛПП сои в этом регионе снизилось с 7,8 до 4,2 ед. из-за усиления специализации на кукурузе, которую включают в севооборот с соей. Во Внутренней Монголии площадь под соей выросла втрое – с 300 тыс. до 1 млн га, вместе с провинцией Хэйлунцзян она образовала основной соеводческий район Китая. Помимо роста урожайности за счёт внедрения новых технологий, прирост производства сои связан с климатическими изменениями, которые позволяют выращивать сою в более северных районах, а также с государственной политикой в сфере продовольственной безопасности¹. Вместе с тем, поскольку соя широко используется в Китае для производства продуктов питания и кормов для животных, растущий спрос на неё в значительной степени удовлетворяется за счёт импорта из Бразилии и США. На остальной территории страны посевная площадь сои лишь незначительно увеличилась в Гуйчжоу, Сычуани, Чуньцине и Шаньси, а юго-восточные провинции утратили специализацию на этой культуре.

Региональные различия в специализации на производстве других масличных культур – подсолнечника, рап-

са и арахиса, – в значительной степени обусловлены агроклиматическими условиями. Наименьшей в 2018 г. была посевная площадь подсолнечника – 0,5 млн га. Основной район выращивания этой культуры, чуть менее требовательной к влаге, чем рапс, находится во Внутренней Монголии (2/3 всей посевной площади в стране). За исследуемый период площадь под подсолнечником здесь удвоилась. Как и в случае с кукурузой, это можно объяснить переходом на новые севообороты. Площадь под рапсом увеличилась с 5,5 млн до 6,6 млн га, ежегодный валовой сбор его семян почти удвоился и превысил 13 млн т. Рапс выращивают главным образом в удалённых от побережья провинциях центральной части Китая. Значительное расширение площади посевов произошло в 3 провинциях: Сычуань, Хунань и Хубэй, где к 2018 г. было сосредоточено более ½ всей посевной площади рапса. Самым высоким значением ИЛПП рапса – 6,6 ед. отличалась провинция Цинхай. Однако в связи с высокогорным рельефом уровень земледельческой освоенности её территории невысок, и вся площадь под рапсом здесь составляла только 2% от общенациональной.

Посевная площадь арахиса в Китае также увеличилась, с 1990 до 2018 г. она выросла с 2,9 млн до 4,6 млн га. На выращивании арахиса специализируется несколько провинций – от Цзилиня и Ляонина на северо-востоке до Гуандуна и Гуаньси на юго-востоке. Основные его посевы сосредоточены на Великой Китайской равнине. Максимальное значение ИЛПП арахиса в 2018 г. – 2,9 ед. было в провинции Хэнань, где за исследуемый период посевная площадь арахиса почти уд-

¹ 北移的东北大豆种植带 [Пояс выращивания сои в северо-восточном Китае сдвигается на север] // 农民日报 [Газета Farmers Daily]: [сайт]. [10.03.2023]. URL: https://szb.farmer.com.cn/2023/20230310/20230310_008/20230310_008_1.htm (дата обращения: 12.08.2024).

воилась и достигла 1,2 млн га. Значительный прирост площади под арахисом был отмечен также в провинциях Гуандун, Цзилинь, Ляонин, Хубэй и Сычуань. Увеличение валового сбора арахиса с 6,4 млн до 16,3 млн т также определялось увеличением урожайности, в среднем по Китаю она выросла с 2,2 до 3,8 т/га.

Размещение посевов остальных технических культур, как в начале, так и в конце исследуемого периода, отличалось более высоким уровнем региональной концентрации. Сахарную свёклу выращивают только на севере Китая, где в 2018 г. высокие значения ИЛПП этой культуры были во Внутренней Монголии и СУАР (10,6 и 7,3 ед. соответственно). В 1990 г. свёкловодческий район был существенно крупнее и включал провинции Хэйлунцзян и Цзилинь, где к 2018 г. высвободившиеся площади заняли соя и кукуруза. В целом, площадь под сахарной свёклой в Китае сократилась с 630 тыс. до 216 тыс. га (их них 122 тыс. га было во Внутренней Монголии), а её валовой сбор уменьшился с 14,5 млн до 11,3 млн т.

Валовой сбор сахарного тростника за 1990–2018 гг. вырос с 63,5 млн до 108,7 млн т, площадь под ним расширилась с 1,1 млн до 1,4 млн га. Специализация на этой культуре сохраняется на юге: в Гуанси-Чжуанском автономном районе (2/3 всей посевной площади), провинциях Гуандун и Юньнань, где значения ИЛПП составляли соответственно 17,5, 4,8 и 4,5 ед. По сравнению с 1990 г., снизилась специализация на сахарном тростнике провинции Хайнань. Площадь сахарно-тростниковых плантаций здесь сократилась на 13% и составила всего около 20 тыс. га.

Главный хлопководческий район находится в СУАР ($\frac{3}{4}$ всех посевных площадей хлопчатника в КНР на 2018 г., значение ИЛПП – 20,3 ед.). 40% площади под табаком сосредоточено в провинции Юньнань, где значение ИЛПП этой культуры составляло 9,4 ед.; высокими значениями индекса также отличались провинции Гуйчжоу и Фуцзянь. Чай – традиционная многолетняя культура в гористой местности центральных и южных провинций Китая. За 1990–2018 гг. площадь чайных плантаций была существенно расширена – с 820 тыс до 3 млн га, валовой сбор чайного листа вырос с 540 тыс. до 11,8 млн т. Вклад в рост производства вносит и увеличение спроса на китайский чай, в первую очередь зелёный в зарубежных странах, что способствует стабильному росту экспорта чайного листа. Наиболее высокими значениями ИЛПП чая отличаются провинции Фуцзянь (7,4), Чжэцзян (5,6), Гуйчжоу (4,7), Юньнань (соответственно 7,4, 5,6, 4,7 и 3,8 ед.).

В размещении овощных культур региональная специализация выражена слабо: более чем у половины провинций значения ИЛПП составляли в 2018 г. от 1 до 3 ед. с максимумом 2,9–2,8 ед. в провинциях Хайнань, Фуцзянь и на территории города центрального подчинения Пекин. Наиболее высокий уровень региональной концентрации плодовых культур¹ в 2018 г. был в Пекине (ИЛПП – 6,3 ед.). Также выделялись провинции Гуандун, Шэньси, Хайнань, Фуцзянь и Чжэцзян.

¹ В англоязычной версии использовавшихся статистических данных – «садовые культуры» (orchards).

Заключение

Проведённый анализ показал, что региональная специализация основных отраслей земледелия в Китае за 3 последних десятилетия претерпела значительные изменения. Действие рыночных механизмов, приходящих на смену централизованному планированию, повышение уровня товарности земледелия, использование новых высокопродуктивных агротехнологий приводят к усилению территориальной концентрации сельскохозяйственного производства и оптимизации размещения производства как продовольственных, так и технических культур. Вместе с тем сохраняются региональные различия, определяемые природными и социально-экономическими факторами.

В целом, более узкой специализацией отличаются регионы на севере и на юго-востоке Китая. Совокупный ИЛПП 13 основных сельскохозяйственных культур (за исключением чая) превышал 3 ед. только в 2 регионах – Синьцзян-Уйгурском и Гуанси-Чжуанском автономных районах. Его значения составили от 2 до 3 ед. во Внутренней Монголии и провинциях Юньнань, Гуйчжоу, Сычуань, Гуандун, Фуцзянь, Хайнань и г. о. Чунцин. Очевидную роль в этом сыграли контрастирующие с остальной территорией страны агроклиматические условия, которые задают специализацию перечисленных регионов на сельскохозяйственных культурах, нетипичных для районов с муссонным климатом.

Сказывается также региональная специфика трудовых ресурсов и землепользования. Плотность населения в провинциях на Восточной Китайской равнине, где преобладают мел-

кие крестьянские хозяйства, в десятки раз выше, чем во Внутренней Монголии. Для этого автономного района характерен экстенсивный тип агропроизводства, преобладают крупные высокомеханизированные хозяйства. Специализацию Синьцзян-Уйгурского АР определяет хлопководство, основанное на трудоинтенсивной экономической модели. Схожие черты у «тропических» отраслей, составляющих основу специализации регионов юго-востока (плодоводство, выращивание сахарного тростника).

В восточных регионах, особенно вблизи многомиллионных Пекина и Шанхая определяющую роль играет внешний по отношению к сельскому хозяйству фактор – урбанизация: зерновые культуры и соя замещаются овощами и плодовыми. На протяжении исследуемого периода овощеводство в Китае развивалось такими же быстрыми темпами, как и урбанизация. С 1990 по 2021 г. численность горожан в Китае увеличилась почти в 3 раза, а их доля в населении – с 27 до 63%. За это время общая площадь под овощными культурами в стране выросла в 3,5 раза, а их валовое производство – в 5,3 раза¹.

Важным фактором изменений в региональной специализации земледелия стало включение Китая в систему международного разделения труда. До конца 1990-х гг. Китай почти не импортировал соевые бобы, их выращивали во многих регионах как продовольственное сырьё. В целях увеличения производства мяса для развития свиноводства и птицевод-

¹ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food and Agriculture data (FAOSTAT). <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. (дата обращения: 23.07.2024).

ства в КНР сначала стали завозить соевый шрот (максимальный объём в 2000 г. – 0,5 млн т), а затем резко вырос импорт соевых бобов. В 2020 г. их импорт превысил 100,3 млн т, в то же время многие регионы Китая утратили специализацию на сое.

Потребности Китая в пшенице в гораздо меньшей степени зависят от импорта. В 1990 г. в стране было собрано 98,2 млн, а ввезено – 12,5 млн т пшеницы. В 2022 г. производство пшеницы составило 137,7 млн, а импорт – 9,9 млн т. Китай стал крупнейшим импортёром пшеницы в мире¹. В первом десятилетии XXI в. Китай попытался сократить зависимость от импорта пшеницы. Сказались также проблемы с оплатой импорта из-за экономического кризиса, в 2008 г. в страну было ввезено всего 32 тыс. т пшеницы. Исключением оказался 2003 г., когда в КНР было собрано только 86,5 млн т пшеницы, поэтому на следующий год пришлось импортировать 7,2 млн т. Затем производство пшеницы вновь стало расти, а импорт восстановился почти до того же объёма, что и в начале 1990-х. Сформировался крупный пшеничный район, локализация которого к северу от р. Хуанхэ ограничивает возможности для импорта зерна в Китай из России и Казахстана, на которые вместе взятые приходится около половины ввоза пшеницы. В то же время основной прирост импорта обеспечивают поставки морем из Австралии и Канады.

Развитие района, специализирующегося на производстве рапса, также

происходило на фоне увеличения импорта. Как и в случае с соей, импорт рапса значительно вырос в конце XX – начале XXI в. Затем несколько лет импорт сокращался: видимо, власти Китая рассчитывали на рост собственного производства. Однако после 2010 г. импорт вновь стал увеличиваться и в 2014 г. превысил 5 млн т. Лишь в последние годы вследствие увеличения собственного производства, достигшего в 2022 г. 15,5 млн т, и частичного замещения импортной соей объём ввозимых в Китай семян рапса снизился до 2 млн т в год. Основным экспортёром рапса является Россия, где на его выращивании всё больше специализируются граничащие с Китаем регионы. Рапс из России занимает нишу на рынке северных регионов Китая, где площадь посевов этой сельскохозяйственной культуры невелика.

Изменения в размещении производства сахароносных культур связаны с общемировой тенденцией в производстве сахара – постепенным замещением свёкловичного сырья тростниковым. С 1990 по 2013 г. валовой сбор сахарного тростника вырос вдвое – с 64 до 129 млн т, в то время как сбор сахарной свёклы сократился втрое – с 15 до 5 млн т. Однако после 2015 г. производство сахарного тростника сократилось (в 2022 г. до 104 млн т). Первое время это сокращение компенсировал рост сбора сахарной свёклы, достигшего в 2018 г. максимального объёма 104 млн т. Однако затем Китай стал увеличивать импорт сахара-сырца и рафинированного сахара, в 2020–2022 гг. ввозилось соответственно более 5 млн и 1 млн т. Таким образом, благодаря импорту

¹ China becomes world's largest wheat importer in 2022-23. World Grain. 04.12.2023. URL: <https://www.world-grain.com/articles/18365-china-becomes-worlds-largest-wheat-importer-in-2022-23> (дата обращения: 23.07.2024).

удалось заместить около 50 млн т сырья, необходимого для наполнения внутреннего рынка. В свою очередь это создало возможности для использования значительной площади для выращивания других культур, прежде всего плодовых в юго-восточных регионах Китая. Очевидно, как и в случае с соей, Китаю выгодно ввозить сахар из стран, где издержки в производстве этих видов сельскохозяйственной продукции ниже, главным образом из Бразилии. В то же время производство плодовых культур в Китае ориентировано не только на внутренний, но и на внешний рынок, где оно успешно конкурирует с другими странами (например, производство яблок, цитрусовых).

Соотношение внутренних и внешних факторов, определяющих региональную специализацию земледелия в Китае, является сложным и разносторонним направлением исследований. Нужно учитывать, что рыночные факторы тесно переплетаются с государственной политикой, в которой комплекс сельских проблем занимает важное место. Традиционно первый документ, который публикуются ЦК КПК и Госсоветом в новом году, посвящается проблемам развития сельской местности, сельского населения и сельского хозяйства. В середине 2000-х гг. была установлена «красная линия» (величина, снижение которой недопустимо) площади пашни в размере 1,8 млрд му (т. е. 1,2 млн км², или 1/8 всей площади КНР). В середине 2010-х

гг. в законодательство было добавлено понятие «бессрочных (вечных) основных пахотных участков» (永久基本农田), изменение режима использования которых не допускается ни при каких обстоятельствах.

Помимо этого, за рамками нашей работы остался анализ развития потребительского рынка в Китае в связи с ростом благосостояния населения в целом, изменений в питании, глобализацией продовольственной диеты и т. д. С другой стороны, перспективным направлением исследования может стать изучение влияния динамики цен на мировых рынках продовольствия и потоков торговли сельскохозяйственной продукцией. Нельзя недооценивать влияние геополитических факторов. Некоторые исследователи прогнозируют, что ухудшение отношений с западными странами и украинский кризис будут способствовать трансформации структуры импорта продовольствия, а основными посткризисными трендами станут сокращение импортной зависимости и трансформация структуры продовольственного рынка [4].

Очевидно, что Китай всё больше встраивается в глобальную систему сельскохозяйственных районов. Этот процесс далеко не закончен, и можно предположить, что изменения в размещении основных отраслей земледелия в Китае будут всё в большей степени определять трансформацию этой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бони Л. Д. Китайская деревня на пути к рынку. М.: ИДВ РАН, 2005. 526 с.
2. Гао Тяньмин, Ерохин В. Л., Иволга А. Г. Политика Китая в сфере обеспечения продовольственной безопасности: современные вызовы // Вестник АПК Ставрополя. 2018. № 1. С. 111–116.
3. Государственная и частная собственность в АПК Китая / Айци Ли, Чжао Минь,

- И. Е. Савельев, Е. П. Макарова-Коробейникова // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 6-1. С. 11–16.
4. Заклязьминская Е. О. Риски и угрозы продовольственной безопасности Китая // Современная Азия: политика, экономика, общество. 2023. № 1. С. 42–57. DOI: 10.48647/ISSA.2023.48.33.004
 5. Мармоль Фундора Э. Трансформация сельского хозяйства Кубы в конце XX – начале XXI вв. // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2022. № 1. С. 114–137.
 6. Наумов А. С. Глобальная специализация земледелия и главные районы производства основных сельскохозяйственных культур в странах мира // География в школе. 2016. № 3. С. 15–26.
 7. Наумов А. С. Районная парадигма в географии мирового сельского хозяйства: история и современность // Региональные исследования. 2015. № 2. С. 15–25.
 8. Наумов А. С. Современное развитие районов специализированного земледелия в зарубежных странах // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2012. № 2. С. 40–48.
 9. Наумов А. С., Рубанов И. Н. Сравнительная характеристика региональной концентрации земледелия в России и США // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2001. № 4. С. 24–32.
 10. Потаев В. С. Сельское хозяйство Китая: реформы, состояние и перспективы // Вестник Бурятского государственного университета. 2014. № 3. С. 59–64.
 11. Чубаров И. Г. Проблемы и перспективы китайской урбанизации // Азия и Африка сегодня. 2017. № 7. С. 21–27.
 12. Чубаров И. Г. Развитие городов Китая в рамках госпрограммы «урбанизации нового типа» // Проблемы Дальнего Востока. 2022. № 1. С. 139–148. DOI: 10.31857/S013128120017798-8
 13. Liu Yansui. Introduction to land use and rural sustainability in China // Land Use Policy. 2018. Vol. 74. P. 1–4. DOI:10.1016/j.landusepol.2018.01.032
 14. Bai Chong-En, Tao Zhigang and Tong Yueting. Bureaucratic integration and regional specialization in China // China Economic Review. 2008. Vol. 19. Iss. 2. P. 308–319. DOI:10.1016/j.chieco.2006.11.005
 15. Carter C. A., Lohmar B. Regional Specialization of China's Agricultural Production // American Journal of Agricultural Economics. 2002. Vol. 84–3. P. 749–753. DOI: 10.1111/1467-8276.00332
 16. Chen Zhuo, Song Shunfeng. Efficiency and technology gap in China's agriculture: A regional meta-frontier analysis // China Economic Review. 2008. Vol. 19. Iss. 2. P. 287–296. DOI: 10.1016/j.chieco.2007.03.001
 17. Cao Zhi, Liu Yansui, Li Yurui. Rural transition in the loess hilly and gully region: From the perspective of “flowing” cropland // Journal of Rural Studies. 2022. Vol. 93. P. 326–335. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2019.04.003
 18. Feng Weilun, Liu Yansui, Qu Lulu. Effect of land-centered urbanization on rural development: A regional analysis in China // Land Use Policy. 2019. Vol. 87. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.104072
 19. Liu Yansui, Zhang Ziwen, Wang Jieyong. Regional differentiation and comprehensive regionalization scheme of modern agriculture in China // Acta Geographica Sinica. 2018. Vol. 73. Iss. 2. P. 203–219. DOI: 10.11821/dlxb201802001
 20. Liu Yansui, Zang Yuzhu, Yang Yuanyuan. China's rural revitalization and development: Theory, technology and management // Journal of Geographical Sciences. 2020. Vol. 30. P. 1923–1942. DOI: 10.1007/s11442-020-1819-3

21. Lu Zheng, Deng Xiang. Regional specialization: new methods of measurement and the trends in China 1987–2007 // *Applied Econometrics and International Development*. 2017. Vol. 17. Iss. 2. P. 119–140.
22. Ma Meilin, Steinbach S., Wu Junqian. A Study on Regional Specialization of China's Agricultural Production: Recent Trends and Drivers // *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*. 2014. Vol. 2. Iss. 4. P. 113–127. DOI: 10.22004/ag.econ.198390
23. Renard M.-F. China and its regions: economic growth and reform in Chinese provinces. Edward Elgar Publisher, 2002. 368 p.
24. Su Minzi. The Role of foreign investment in China's land-use policy // *Asian Perspective*. 2005. Vol. 29. Iss. 2. P. 99–131. DOI: 10.1353/apr.2005.0020
25. Zhou Yang, Guo Liying, Liu Yansui. Land consolidation boosting poverty alleviation in China: Theory and practice // *Land Use Policy*. 2019. Vol. 82. P. 339–348. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018
26. Zhou Yang, Li Xunhuan, Liu Yansui. Cultivated land protection and rational use in China // *Land Use Policy*. 2021. Vol. 106. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105454
27. Zhou Yang, Liu Yansui. The geography of poverty: Review and research prospects // *Journal of Rural Studies*. 2022. Vol. 93. P. 408–416. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2019.01.008

REFERENCES

1. Boni L. D. *Kitayskaya derevnya na puti k rynku* [Chinese village on the way to the market]. Moscow, IFES RAS Publ., 2005. 526 p.
2. Gao Tianming, Erokhin V. L., Ivolga A. G. [China's policy in the field of ensuring food security: modern challenges]. In: *Vestnik APK Stavropolya* [Bulletin of the agro-industrial complex of Stavropol], 2018, no. 1, pp. 111–116.
3. Aiqi Li, Zhao Min, Savelyev I. E., Makarova-Korobaynikova E. P. [State and private property in the agro-industrial complex of China]. In: *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 2019, no. 6-1, pp. 11–16.
4. Zaklyazminskaya E. O. [Risks and threats to China's food security]. In: *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Nauki o Zemle* [Modern Asia: politics, economics, society], 2023, no. 1, pp. 42–57. DOI: 10.48647/ICCA.2023.48.33.004
5. Marmol Fundora E. [Transformation of Cuban Agriculture in the Late 20th – Early 21st Centuries]. In: *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Nauki o Zemle* [Bulletin of St. Petersburg University. Earth Sciences], 2022, no. 1, pp. 114–137.
6. Naumov A. S. [Global Specialization of Agriculture and Main Regions of Production of Basic Agricultural Crops in the Countries of the World]. In: *Geografiya v shkole* [Geography in School], 2016, no. 3, pp. 15–26.
7. Naumov A. S. [Regional Paradigm in the Geography of World Agriculture: History and Modernity]. In: *Regionalnyye issledovaniya* [Regional Studies], 2015, no. 2, pp. 15–25.
8. Naumov A. S. [Modern Development of Regions of Specialized Agriculture in Foreign Countries]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2012, no. 2, pp. 40–48.
9. Naumov A. S., Rubanov I. N. [Comparative characteristics of regional concentration of agriculture in Russia and the USA]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2001, no. 4, pp. 24–32.
10. Potaev V. S. [China's agriculture: reforms, status and prospects]. In: *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Buryat State University], 2014, no. 3, pp. 59–64.
11. Chubarov I. G. [Problems and prospects of Chinese urbanization]. In: *Aziya i Afrika segodnya* [Asia and Africa today], 2017, no. 7, pp. 21–27.

12. Chubarov I. G. [Development of Chinese cities within the framework of the state program "new type urbanization"]. In: *Problemy Dalnego Vostoka* [Problems of the Far East], 2022, no. 1, pp. 139–148. DOI: 10.31857/S013128120017798-8
13. Liu Yansui. Introduction to land use and rural sustainability in China. In: *Land Use Policy*, 2018, vol. 74, pp. 1–4. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018.01.032
14. Bai Chong-En, Tao Zhigang and Tong Yueting. Bureaucratic integration and regional specialization in China. In: *China Economic Review*, 2008, vol. 19, iss. 2, pp. 308–319. DOI:10.1016/j.chieco.2006.11.005
15. Carter C. A., Lohmar B. Regional Specialization of China's Agricultural Production. In: *American Journal of Agricultural Economics*, 2002, vol. 84-3, pp. 749–753. DOI: 10.1111/1467-8276.00332
16. Chen Zhuo, Song Shunfeng. Efficiency and technology gap in China's agriculture: A regional meta-frontier analysis. In: *China Economic Review*, 2008, Vol. 19. Iss. 2. P. 287–296. DOI: 10.1016/j.chieco.2007.03.001
17. Cao Zhi, Liu Yansui, Li Yurui. Rural transition in the loess hilly and gully region: From the perspective of "flowing" cropland. In: *Journal of Rural Studies*, 2022, vol. 93, pp. 326–335. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2019.04.003
18. Feng Weilun, Liu Yansui, Qu Lulu. Effect of land-centered urbanization on rural development: A regional analysis in China. In: *Land Use Policy*, 2019, vol. 87. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.104072
19. Liu Yansui, Zhang Ziwen, Wang Jieyong. Regional differentiation and comprehensive regionalization scheme of modern agriculture in China. In: *Acta Geographica Sinica*, 2018. Vol. 73. Iss. 2. P. 203–219. DOI: 10.11821/dlxb201802001
20. Liu Yansui, Zang Yuzhu, Yang Yuanyuan. China's rural revitalization and development: Theory, technology and management. In: *Journal of Geographical Sciences*, 2020, vol. 30, pp. 1923–1942. DOI: 10.1007/s11442-020-1819-3
21. Lu Zheng, Deng Xiang. Regional specialization: new methods of measurement and the trends in China 1987–2007. In: *Applied Econometrics and International Development*, 2017, vol. 17, iss. 2, pp. 119–140.
22. Ma Meilin, Steinbach S., Wu Junqian. A Study on Regional Specialization of China's Agricultural Production: Recent Trends and Drivers. In: *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 2014, vol. 2, iss. 4, pp. 113–127. DOI: 10.22004/ag.econ.198390
23. Renard M.-F. *China and its regions: economic growth and reform in Chinese provinces*. Edward Elgar Publisher, 2002. 368 p.
24. Su Minzi. The Role of foreign investment in China's land-use policy. In: *Asian Perspective*, 2005, vol. 29, iss. 2, pp. 99–131. DOI: 10.1353/apr.2005.0020
25. Zhou Yang, Guo Liying, Liu Yansui. Land consolidation boosting poverty alleviation in China: Theory and practice. In: *Land Use Policy*, 2019, vol. 82, pp. 339–348. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018
26. Zhou Yang, Li Xunhuan, Liu Yansui. Cultivated land protection and rational use in China. In: *Land Use Policy*, 2021, vol. 106. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105454
27. Zhou Yang, Liu Yansui. The geography of poverty: Review and research prospects. In: *Journal of Rural Studies*, 2022, vol. 93, pp. 408–416. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2019.01.008

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Наумов Алексей Станиславович – кандидат географических наук, заведующий кафедрой социально-экономической географии зарубежных стран географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: alnaumov@mail.ru

Чубаров Илья Георгиевич – кандидат географических наук, старший научный сотрудник Центра политических исследований и прогнозов Института Китая и современной Азии Российской академии наук;
e-mail: ilya.chubarov@vk.com

Дворецкий Владимир Александрович – магистрант факультета изменений окружающей и городской среды Йоркского университета (Канада);
e-mail: dvoretskyvladimir@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexey S. Naumov – PhD (Geography), Departmentally Head, Department of Social and Economic Geography of foreign countries, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: alnaumov@mail.ru

Ilya G. Chubarov – PhD (Geography), Senior Research, Center for Political Research and Forecasts, Institute of China and Contemporary Asia, Russian Academy of Sciences;
e-mail: ilya.chubarov@vk.com

Vladimir A. Dvoretskiy – Postgraduate student (MA), Faculty of Environmental & Urban Change, York University (Canada);
e-mail: dvoretskyvladimir@gmail.com

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Наумов А. С., Чубаров И. Г., Дворецкий В. А. Современные изменения в региональной специализации земледелия КНР (1990–2018 гг.) // Географическая среда и живые системы. 2024. № 3. С. 6–25.

DOI: [10.18384/2712-7621-2024-3-](https://doi.org/10.18384/2712-7621-2024-3-)

FOR CITATION

Naumov A. S, Chubarov I. G., Dvoretskiy V. A. Contemporary changes in regional specialisation of farming in PRC (1990–2018). In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2024, no. 3, pp. 6–25.

DOI: [10.18384/2712-7621-2024-3-6-25](https://doi.org/10.18384/2712-7621-2024-3-6-25)

ОТКЛИКИ ЛАНДШАФТОВ И ЭКОСИСТЕМ НА ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Научная статья

УДК 581.526.53 (234.853)

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-26-46

ГОРНЫЕ ТУНДРЫ ЮЖНОГО УРАЛА: СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И УГРОЗА ИСЧЕЗНОВЕНИЯ В XXI ВЕКЕ

**Григорьев А. А.¹, Шалаумова Ю. В.², Терентьева М. В.³, Вьюхин С. О.⁴,
Балакин Д. С.⁵, Моисеев П. А.⁶**

¹ Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 202, Российская Федерация
e-mail: grigoriev.a.a@ipae.uran.ru; ORCID: 0000-0002-7446-0654

² Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 202, Российская Федерация
e-mail: jvshalaumova@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0173-6293

³ Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 202, Российская Федерация
e-mail: terenteva_mv@ipae.uran.ru; ORCID: 0009-0005-4033-6267

⁴ Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 202, Российская Федерация
e-mail: sergey.vyuhin@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7173-4878

⁵ Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 202, Российская Федерация
e-mail: dmitrijbalakin047@gmail.com; ORCID 0000-0001-7339-1266

⁶ Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 202, Российская Федерация
e-mail: moiseev@ipae.uran.ru; ORCID: 0000-0003-4808-295X

Поступила в редакцию 15.06.2024

После доработки 06.08.2024

Принята к публикации 05.09.2024

Аннотация

Цель. Анализ современного распространения горных тундр на территории Южного Урала, определение и каталогизация площадей, занятых сообществами горной тундры для оценки возможной угрозы их исчезновения в XXI веке.

© СС ВУ Григорьев А. А., Шалаумова Ю. В., Терентьева М. В., Вьюхин С. О., Балакин Д. С., Моисеев П. А., 2024.

Процедура и методы. На спутниковых изображениях открытых картографических сервисов (Яндекс, Google) выполнен визуальный поиск потенциального расположения тундровых сообществ в горах Южного Урала. Проведено маршрутное обследование основных горных вершин и хребтов (Большой Таганай, Уреньга, Зюраткуль, Большая Сука, Уван, Зигальга, Ягодный, Машак, Кумардак, Нары, Куянтау, Иремель, Нургуш), где дистанционно были выявлены предполагаемые места расположения горных тундр с целью уточнения их действительного наличия (или отсутствия) на местности. В геоинформационной системе полученные данные были совмещены с цифровой моделью рельефа, и были рассчитаны площади горных тундр. Видовой состав и основные типы горно-тундровых сообществ были определены методом маршрутного рекогносцировочного обследования.

Результаты. Показано, что в горах Южного Урала сообщества горных тундр распространены на широтах от 53,7 до 55,4° с. ш. не менее чем на 37 вершинах (12 горных хребтов и массивов). Наибольшие по площади участки горных тундр расположены на хребтах Зигальга и Нургуш, массивах Куянтау и Иремель. На эти участки приходится около 80% в сумме (не менее 546 га) от площади всех горных тундр Южного Урала. Участки с небольшой площадью горных тундр (менее 20 га по отдельности) находятся на хребтах: Большой Таганай, Зюраткуль, Уреньга, Нургуш, Ягодный, Большая Сука, Нары, Машак, Кумардак и отдельных вершинах хребта Зигальга. Общая площадь горных тундр на этих хребтах составляет не менее 140 га (около 20% от общей площади горных тундр на Южном Урале). Составлен каталог и карта современного распространения горных тундр на Южном Урале. Определены участки, где горные тундры исчезли в предыдущие десятилетия и, вероятно, могут исчезнуть в будущие десятилетия.

Теоретическая и/или практическая значимость. Результаты исследования могут быть использованы при создании моделей климатогенной трансформации высокогорных экосистем Южного Урала и служить основой для мониторинга их состояния при различных сценариях изменения климата в будущем.

Ключевые слова: динамика растительности, локальное вымирание видов, верхняя граница леса, изменение климата, Уральские горы

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Российского научного фонда №24-27-00338.

Original Research Article

ALPINE TUNDRAS OF THE SOUTHERN URALS: CURRENT DISTRIBUTION AND THREAT OF EXTINCTION IN THE 21ST CENTURY

A. Grigoriev¹, Y. Shalaumova², M. Terentieva³, S. Vyukhin⁴, D. Balakin⁵, P. Moiseev⁶

¹ Institute of plant and animal ecology UB RAS

8 Marta st. 202, Yekaterinburg 620144 Russian Federation

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

² Institute of plant and animal ecology UB RAS

8 Marta st. 202, Yekaterinburg 620144 Russian Federation

e-mail: jvshalaumova@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0173-6293

³ Institute of plant and animal ecology UB RAS

8 Marta st. 202, Yekaterinburg 620144 Russian Federation

e-mail: terenteva_mv@ipae.uran.ru; ORCID: 0009-0005-4033-6267

⁴ *Institute of plant and animal ecology UB RAS*

8 Marta st. 202, Yekaterinburg 620144 Russian Federation

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

⁵ *Institute of plant and animal ecology UB RAS*

8 Marta st. 202, Yekaterinburg 620144 Russian Federation

e-mail: dmitrijbalakin047@gmail.com; ORCID 0000-0001-7339-1266

⁶ *Institute of plant and animal ecology UB RAS*

8 Marta st. 202, Yekaterinburg 620144 Russian Federation

e-mail: moiseev@ipae.uran.ru; ORCID: 0000-0003-4808-295X

Received 15.06.2024

Revised 06.08.2024

Accepted 05.09.2024

Abstract

Aim. Analysis of the current distribution of mountain tundra in the South Urals, determination and cataloging of areas occupied by mountain tundra communities to assess the possible threat of their extinction in the 21st century.

Methodology. A visual search for potential locations of alpine tundra communities in the Southern Urals was conducted on satellite images from open mapping services (Yandex, Google) in maximum resolution. The principal peaks and ridges were subjected to detailed survey (Bolshoy Taganay, Urenga, Zyuratkul, Bolshaya Suka, Uvan, Zigalga, Yagodny, Mashak, Kumardak, Nary, Kuyantau, Iremel, Nurgush), and the locations of alpine tundra were identified. In a geographic information system, the obtained data were combined with a digital elevation model in order to calculate the area of alpine tundra. The species composition and the principal types of mountain tundra communities were identified through the utilisation of the route reconnaissance survey.

Results. The present study demonstrates that alpine tundra communities are pervasive in the Southern Urals mountains, spanning latitudes between 53.7 and 55.4°N across a minimum of 37 peaks (comprising 12 mountain ranges and massifs). The largest alpine tundras in terms of area are located on the Zigalga, Nurgush ridges and the Kuyantau and Iremel massifs. These areas represent 80% of the total area of mountain tundra in the Southern Urals (at least 546 ha). The areas comprising alpine tundra, which collectively encompass less than 20 ha, are situated on the ridges of Bolshoy Taganay, Zyuratkul, Urenga, Nurgush, Yagodny, Bolshaya Suka, Nary, Mashak, Kumardak, and the individual peaks of Zigalga. The total area of alpine tundra on these ridges is estimated to be at least 140 hectares, which represents approximately 20% of the total area of all alpine tundra in the Southern Urals. A comprehensive catalogue and map of the contemporary distribution of alpine tundra in the Southern Urals have been compiled. The locations where mountain tundra has undergone a significant decline over recent decades and is likely to continue this trend in future decades have been identified.

Research implications. The findings of this study can be utilized to develop models of climatogenic transformation in high-mountain ecosystems of the Southern Urals, and subsequently used to monitor their condition under a range of climate change scenarios in the future.

Keywords: vegetation dynamics, local species extinction, upper treeline, climate change, Ural Mountains

Acknowledgments. This study was supported by the Russian Science Foundation, grant №24-27-00338.

Введение

Проблема современного изменения климата и реакция экосистем на этот процесс – часто обсуждаемые темы в мировом научном сообществе [19, 21]. Одним из наиболее выраженных проявлений влияния изменения климата на живые организмы является расширение (или сокращение) границ ареалов видов, расположенных в экстремальных климатических условиях [4; 5; 15]. Известно, что экосистемы высокогорий – это высокочувствительные биоиндикаторы, где любые флуктуации условий среды приводят к смещению растительности в тундровые биомы [4] или её отступлению ниже по склонам [8; 20; 22]. В последние десятилетия установлены многочисленные факты изменения высотного положения верхней границы леса во многих горных системах мира [13]. Значительное количество работ, посвящённых изучению этого процесса, приводят убедительные данные о том, что в горных системах изменяется морфологическая структура, видовой состав древостоев и увеличиваются площади, занятые лесной растительностью [11]. Помимо доказательства продвижения леса в тундровые и альпийские сообщества, существуют единичные сведения о том, что происходит климатически обусловленное «позеленение» сильно каменистых (курумовых) участков склонов [1].

На примере многих горных районов в Европе было показано увеличение видового богатства, происходящее на фоне изменений климата, которое, вероятно, является результатом смещения вверх верхних пределов ареала всё большего числа видов [10]. Также происходит термофилизация высокогорий –

сокращение адаптированных к холоду травянистых видов и увеличение более теплоадаптированных видов [12].

Учитывая масштабность и глубину уже проведённых по всему миру исследований о трансформации растительности на верхних пределах её произрастания, в научной литературе появляется всё большее количество работ, направленных на прогнозирование данных процессов и оценку возможных рисков исчезновения отдельных видов в экосистемах гор в будущем [14; 16; 17]. Процессы смещения леса в горы могут привести к уменьшению биоразнообразия высокогорной растительности, в частности, к снижению альфа- и бэта-разнообразия тундровых и луговых сообществ, а также к изменению структуры высокогорных ландшафтов [18]. В отдельных регионах изменение климата может привести к локальному вымиранию, являющемуся результатом конкурентной замены медленно растущих, устойчивых к стрессу альпийских видов более энергичными универсальными видами [10]. Несмотря на повышенный интерес к изучению климатогенной трансформации экосистем и существующие прогнозы и модели климата, остаётся не до конца ясным, существует ли реальная угроза уменьшения биоразнообразия или локального вымирания видов, например, в ближайшем столетии?

Горные тундры – это уникальные природные системы, сухие и холодные местообитания, расположенные выше зоны распространения лесов. Во всех горных провинциях Урала (Южном, Северном, Приполярном и Полярном), где существует такой феномен, как экотон лес – горная тундра, процессы внедрения древесной растительности

в тундровые сообщества происходят повсеместно. Особенно активно этот процесс происходил во второй половине XX – начале XXI вв. [8; 9; 23].

Благодаря своему географическому положению при примерно близких высотах основных хребтов и массивов в Уральских горах верхняя граница леса наибольшую высоту расположения достигает на Южном Урале – в среднем 1300 м н. у. м. при средней высоте хребтов 1400 м н. у. м. В связи с этим территории, занятые горно-тундровыми сообществами, по сравнению с другими горными провинциями Урала и горными системами мира, имеют здесь крайне незначительные площади. Спецификой географии южной части Уральских гор также является то, что многие хребты сильно вытянуты и между отдельными вершинами протягиваются многокилометровые участки, покрытые лесной растительностью. Горно-тундровые группировки носят здесь островной характер и являются изолированными от основного очага распространения тундр на Урале – до ближайшего распространения крупных группировок горных тундр около 450 км на север. В отличие от более северных тундр, характерных для других горных провинций Урала, профиль горно-тундровых почв в тундровых экосистемах Южного Урала характеризуется большим по мощности дерновым горизонтом. Поэтому горные тундры Южного Урала являются сравнительно более пригодными для заселения древесной растительностью [3].

Общая протяжённость Уральских гор от южной части Южного Урала до северной части Полярного Урала составляет около 2000 км. Самое южное положение горных тундр в Уральских

горах – на Южном Урале, от 51°00' до 55°54' с. ш. [2; 3]. Полоса горного рельефа в ширину в среднем 50–60 км и представлена несколькими рядами крупных хребтов (высотой до 1200–1600 м). Характерная особенность рельефа Южного Урала – наличие древних поверхностей выравнивания, поднятых на разную высоту. Поэтому здесь преобладают плосковершинные или куполообразные хребты и массивы (независимо от их высоты). В наиболее высоких частях активны морозное выветривание и солифлюкция, вершины покрыты россыпями камней.

Согласно данным метеостанции «Таганай-гора»¹, дополненными реконструированными данными по станции «Златоуст» [7], средняя температура января в горной части составляет -15°C. Годовое количество осадков превышает 800 мм. Средняя скорость ветра находится в диапазоне от 9,6 до 13 м/с, зимой достигая 40 м/с. Высота снега на открытых участках – от 0 до 20 см, в сомкнутом лесу – до 2 м, в надувах может достигать 4–5 м.

Оценка динамики климата в районе г. Таганай демонстрирует тенденции потепления и увлажнения (рис. 1). Повышение температуры приземного воздуха за период 1837–2023 гг. в холодное время года было практически в 2 раза выше, чем в тёплое (0,14°C / 10 лет и 0,08°C / 10 лет). Более выраженный приrost осадков за период 1876–2023 гг. также наблюдается в холодное время года по сравнению с тёплым (9,34 мм / 10 лет и 1,31 мм / 10 лет).

¹ ВНИИГМИ-МЦД. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации. Мировой центр данных [Электронный ресурс]. URL: <http://meteo.ru> (дата обращения: 16.01.2023).

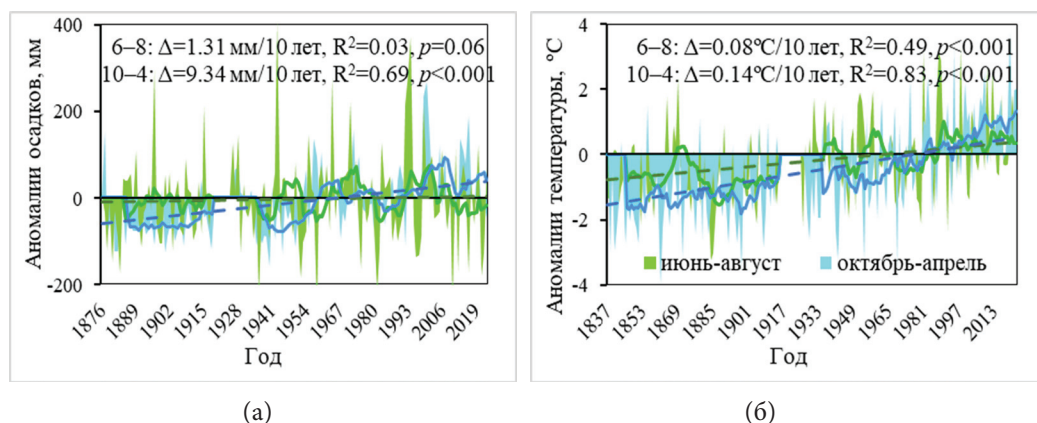


Рис. 1 / Fig. 1. Аномалии средней температуры воздуха (а) и суммарных осадков (б) в теплом (июнь–август) и холодном (октябрь–апрель) периодах для метеостанции «Таганай-гора». Сплошной линией показано скользящее среднее за 10 летний период, пунктирной линией – линейный тренд / Anomalies of average air temperature (a) and total precipitation (b) in warm (June - August) and cold (October - April) periods for the Taganai-Gora weather station. Solid line shows 10-year moving average, dotted line shows linear trend

Источник: составлено авторами по первичным данным метеостанций «Таганай-гора» и «Златоуст»

Южный Урал является единственной горной провинцией Урала, где повсеместно доминирующий древесный вид на границе леса – *Picea obovata* Ledeb., реже на отдельных участках встречается *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* Ledeb. Выше границы леса на открытых участках в тундре произрастает *Juniperus sibirica* Burgsd., местами формируя отдельный пояс растительности. Низкорослые и разреженные еловые и елово-берёзовые леса подгольцового пояса произрастают на дерновых горно-лесных почвах [6]. На отдельных участках принимают участие в образовании горно-тундровых сообществ кустарники: ива сизая (*Salix glauca* L.), ива арктическая (*Salix arctica* Pall.) и берёза кустарниковая (*Betula humilis* Schrank).

Растительность горно-тундрового пояса и пояса холодных гольцовых пустынь на Южном Урале имеет высокое

значение: менее 30 арктоальпийских видов проникло и закрепилось в этом районе в эпоху наибольшего оледенения, сформировав самые южные популяции, изолированные от основной части Уральских гор из-за практически полного зарастания гор Среднего Урала [2]. Горные тундры Южного Урала (травяно-моховые тундры) имеют специфический более южный оттенок и территориально представляют собой как бы переходное звено к высокогорной растительности более южных гор, таких, как Кавказ, некоторых гор Средней Азии, где травяной элемент развит ещё более сильно, а настоящие горные тундры отсутствуют. На гольцах, расположенных севернее 61° с. ш., где климат более суров, а вегетационный период короче, сукцессии растительности обычно не доходят до стадии травяно-моховых тундр [3].

Дешифрирование спутниковых изображений и использование ГИС-технологий

В программе SAS.Планета v200606 на спутниковых изображениях открытых картографических сервисов (Яндекс, Google) в максимальном разрешении был проведён визуальный поиск потенциального расположения сообществ горных тундр на всём Южном Урале. Как правило, эти места расположены на вершинах и перевалах гор, где все внешние признаки на снимках из космоса (цвет, тень от одиночных объектов, форма, размер, текстура, структура изображения) свидетельствовали о возможном наличии сообществ горных тундр.

Рисунок изображения для тундровых сообществ характеризуется следующими особенностями: пятна неправильной формы размером $\geq 0,1$ га, ограниченные извилистыми контурами (верхней границей редколесий, определяемых сомкнутостью $\geq 0,3$; каменистыми россыпями при покрытии камнями $\geq 30\%$), неоднородного тона (зелёный, светло-жёлтый, светло-коричневый, серый) в пределах контура, иногда с наличием кустов *Juniperus sibirica* Burghsd., одиночных деревьев или реди.

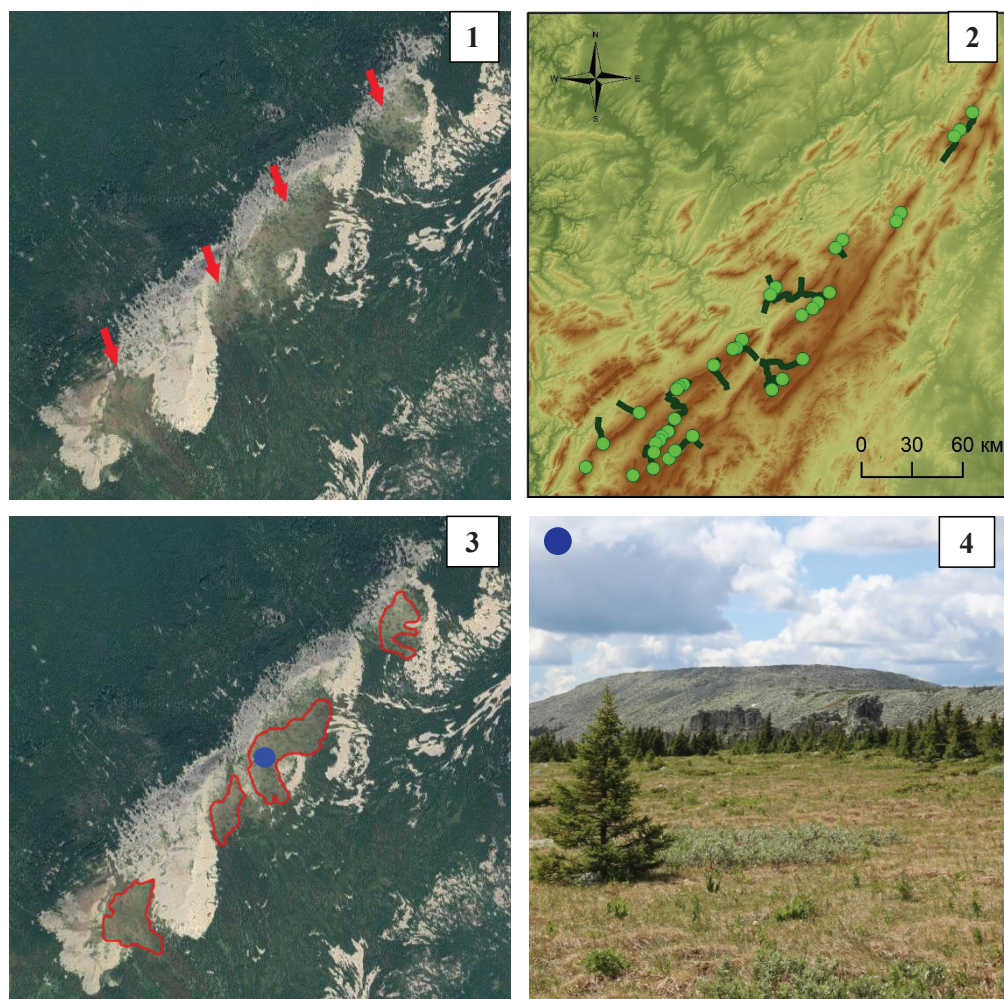
На основе спутниковых изображений летнего и осеннего сезонов (с разрешением в диапазоне 0,17–0,34 м/пикс.) была сделана предварительная оцифровка границ горно-тундровых сообществ. В процессе проведения описанного ниже маршрутного обследования эти границы уточнялись. Небольшие участки, на которых распространены горно-тундровые сообщества площадью $< 0,1$ га, на всём

Южном Урале объективно оценить не представляется возможным, поэтому данные микросообщества не учитывались в настоящем исследовании.

На следующем этапе в геоинформационной системе ArcGIS 10.8 (ESRI Inc., США) границы тундровых сообществ были совмещены с цифровой моделью рельефа SRTM3 [14]. Оценка площади и среднего значения высотного положения тундровых участков была проведена по цифровой модели рельефа с использованием метода билинейной интерполяции (вычисление средневзвешенного расстояния между четырьмя ближайшими к интерполяционной точке центрами ячеек).

На Южном Урале сообщества горных тундр часто расположены изолированно крупными и небольшими островками, как на отдельных вершинах, так и на перевалах осевой части хребтов.

В период с 2012 по 2024 гг. было проведено маршрутное обследование всех основных горных хребтов и отдельных массивов Южного Урала, где потенциально могли быть горные тундры: хр. Кумардак, хр. Машак, массив Куянтау, хр. Нары, хр. Зигальга, массив Иремель, хр. Аваляк, хр. Ягодный, хр. Нургущ, хр. Большая Сука, хр. Зюраткуль, г. Уван, хр. Уреньга, хр. Большой Таганай. Помимо основных вершин, обследованию подлежали и осевые части вышеприведённых хребтов, где могли быть микросообщества горных тундр, а также участки, где горные тундры могли быть в недавнем прошлом. В общей сложности маршрутным обследованием было пройдено, включая маршруты на подступах, около 700 км в разные годы (рис. 2).



1. Дистанционное обнаружение горных тундр;
2. Маршруты исследований (обозначены линиями) на вершинах с наличием тундровых сообществ (точки);

3. Определение площадей горных тундр;
4. Площадка для геоботанического описания

Рис. 2 / Fig. 2. Этапы исследования сообществ горных тундр Южного Урала / Stages of research of mountain tundra communities of the South Urals

Источник: 1–3 – составлено авторами, 4 – фото А. А. Григорьева

Краткая характеристика изучаемых объектов при маршрутном обследовании

Горные тундры. Согласно классификации растительности горных тундр Урала, по П. Л. Горчаковскому, [3] они делятся на:

1. первичные лабильные растительные сообщества на каменистых россыпях;
2. каменистые горные тундры (не менее 50% каменистости, проективное покрытие растений 20–30%);

3. лишайниковые горные тундры (проективное покрытие лишайникового яруса 60–80%);
4. кустарничко-моховые горные тундры;
5. кустарниково-моховые горные тундры (ерники);
6. травяно-моховые горные тундры.

Все эти типы тундр встречаются в горах Южного Урала. Травяно-моховые горные тундры – это наиболее устойчивый климаксовый тип горно-тундровых сообществ в высокогорьях южной части Урала [3], характеризующийся наиболее развитым и мощным почвенным профилем с ясно различимыми горизонтами А, В, С и иногда D. Это делает данный тип тундры наиболее пригодным для заселения древесной растительностью. Особенностью горно-тундровой растительности является её мозаичность и комплексность. В связи с этим на изученной территории формируются комплексы из травяно-моховых и каменисто-лишайниковых тундр (не более 30% каменистости).

Каменистые россыпи. Под каменистыми россыпями понимаются участки местности, где проективное покрытие камней $\geq 30\%$ с наличием массивных глыб горных пород, мелкого щебня, дресвы. В эту категорию также входят участки со скалистыми гребнями, останцами, отдельные крупные каменные глыбы. На камнях в основном распространены лишайники, в глубоких расщелинах между крупными каменными глыбами могут поселяться мхи и некоторые теневыносливые сосудистые растения. Это наименее пригодные участки для заселения древесной растительностью.

Подгольцовые луга. На Южном Урале луга распространены крайне неравно-

мерно, на части вершин отсутствуют. Травостой средней высоты (30–50 см) или высокорослый (60–100 см и более) сложен в основном многолетними травянистыми мезофитами и мезогигрофитами. Моховой покров отсутствует или развит слабо. Луга формируются преимущественно на ровных участках с горизонтальной поверхностью или пологих склонах, где почва имеет мелкоземистую структуру и обогащена гумусом. На лугах травянистые растения, обильно разрастаясь и задерживая своими корнями поверхностный слой почвы, препятствуют возобновлению леса.

Геоботанический анализ сообществ горной тундры. Видовой состав и основные типы горно-тундровых сообществ были определены методом маршрутного рекогносцировочного обследования. Для уточнения таксономической принадлежности отдельные виды были гербаризированы. На основе сохранившихся горно-тундровых видов были определены территории, ранее занимаемые горными тундрами. На участках, где было выявлено распространение травяно-моховых горных тундр с фрагментами каменистых и лишайниковых тундр (дистанционными методами с последующим подтверждением маршрутным методом), стандартными геоботаническими методами определялись видовой состав и покрытие сосудистых растений и лишайников. Исследованные участки относились к горным тундрам при соблюдении 2 условий: во-первых, при отсутствии сомкнутого древостоя; во-вторых, при доминировании и высоком обилии горно-тундровых видов. К ним относились: голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), водяника (*Empetrum nigrum* subsp. *hermaphroditum* (Hagerup)

Bocher), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), овсяница овечья (*Festuca ovina* L.), овсяница Игошиной (*Festuca igoschinae* Tzvelev), осока влагалищная (*Carex vaginata* subsp. *quasivaginata* (C.B.Clarke) Malyshev), ситник трёхраздельный (*Juncus trifidus* L.), ветреница пермская (*Anemone narcissifolia* subsp. *biarmiensis* (Juz.)Jalas), мятлик альпийский (*Poa alpigena* (Fr.) Lindm.), горец живородящий (*Polygonum viviparum* L.), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), берёза приземистая (*Betula humilis* Schrank), ива сизая (*Salix glauca* L.), ива шерстистая (*Salix lanata* L.).

Распространение горных тундр на Южном Урале

По результатам выявления, идентификации определения площади горных тундр на Южном Урале был составлен каталог этих сообществ с указанием соответствующих характеристик (табл. 1). Установлено, что горные тундры на Южном Урале распространены на широтах от 53,7 до 55,4° с. ш. (рис. 3). Наибольшая средняя высота их расположения составляет 1387 м (массив Иремель), наименьшая – 1021 м (хребет Большой Таганай). Самое южное распростране-

Таблица 1 / Table 1

Распространение и площади горных тундр на Южном Урале / Distribution and areas of mountain tundra in the Southern Urals

Хребет, массив	Вершина, урочище, плато	Координаты		Высота вершины, м н. у. м.	Площадь, га	Высотное расположение тундры, м н. у. м.
		Широта, ° с. ш.	Долгота, ° в. д.			
Большой Таганай	Дальний Таганай	55,36912105	59,90836751	1112,0	9,63	1088
	Круглица	55,31596804	59,84129833	1177,8	3,44	1133
	Откликной гребень	55,29639313	59,81053761	1155,0	0,10	1021
Уреньга	Первая сопка	55,06396288	59,52556991	1155,9	1,32	1117
	Вторая сопка	55,03799367	59,50138111	1198,9	2,46	1116
Зюраткуль	Северная вершина	54,98124665	59,21707536	1160,1	0,86	1132
	Средняя вершина	54,95661661	59,17959668	1175,2	2,15	1162
Большая Сука	Макшанцева поляна	54,83559586	58,86170716	1194,8	4,06	1173
	Южная вершина	54,81272090	58,83209058	1174,0	1,33	1150
Нургуш	Северная вершина	54,81979787	59,14809608	1406,2	94,83	1293
	1350,9	54,78937504	59,08672307	1350,9	11,48	1247
	1213,6	54,77062142	59,05833274	1213,6	2,84	1191
	1247,0	54,75001072	59,00082618	1247,0	0,97	1195
Ягодный	Большая Ягодная	54,61494593	59,00510796	1205,5	0,05	1198

Окончание табл. 1

Хребет, массив	Вершина, урочище, плато	Координаты		Высота вершины, м н. у. м.	Площадь, га	Высотное расположение тундры, м н. у. м.
		Широта, ° с. ш.	Долгота, ° в. д.			
Зигальга	Евлахта	54,67431218	58,68301046	1310,0	4,31	1277
	Поперечная	54,64917871	58,65249440	1389,2	116,61	1274
	Круглая	54,64598144	58,63486427	1371,0	75,35	1300
	Мерзлый Утес	54,59635826	58,53160221	1237,7	7,40	1211
	Малые Шеломы	54,53628065	58,37077581	1368,4	19,87	1242
	Прогон	54,52936438	58,34634625	1152,4	3,01	1191
	Большой Шелом	54,52180558	58,33541356	1427,1	9,36	1304
Нары	Копешка	54,44922376	58,13661026	1280,4	7,00	1197
	Кашкатура	54,35341550	57,94379869	1340,0	16,88	1286
	1251,0	54,28015033	57,85119553	1251,0	0,76	1192
Иремель	Большой Иремель	54,52012274	58,84244809	1582,3	80,03	1387
	Малый Иремель	54,55320253	58,89714712	1449,4	78,99	1311
Хребет Машак	Медвежья	54,42973212	58,32422020	1308,4	5,29	1281
	Кобея	54,39138884	58,28972810	1261,0	1,57	1250
	Широкая	54,37605131	58,25404438	1332,6	9,71	1306
	Караульный камень	54,36440987	58,24399340	1303,9	4,59	1278
	1333,6	54,35442594	58,22284687	1333,6	7,07	1304
	Южный Машак	54,32601545	58,21464759	1370,3	1,76	1309
	Угловой Машак	54,27603382	58,21043681	1383,2	0,36	1347
Кумардак	Колокольня	54,30686676	58,29351039	1353,6	0,13	1289
	1317,8	54,33125544	58,32652645	1317,8	0,12	1288
	Большой Кумардак	54,37734969	58,41943158	1318,2	0,34	1285
Куянтау	Куянтау	54,25487813	58,10365853	1640,4	100,76	1331

Источник: данные авторов

ние горных тундр в рассматриваемом регионе отмечается на г. Куянтау, самое северное – на г. Дальний Таганай. Наименьшие по площади сообщества горных тундр отмечаются на вершинах Большая Ягодная, Откликной гребень, Кумардак (1317,8), Колокольня. Их площади составляют не менее 0,05 га, 0,08 га, 0,1 га и 0,12 га, соответственно. Наибольшие по площади сообщества горных тундр встречаются на массиве хр. Зигальга (г. Поперечная, Круглая), г. Куянтау, хр. Большой Нургуш (Северная вершина), Иремель (Большой

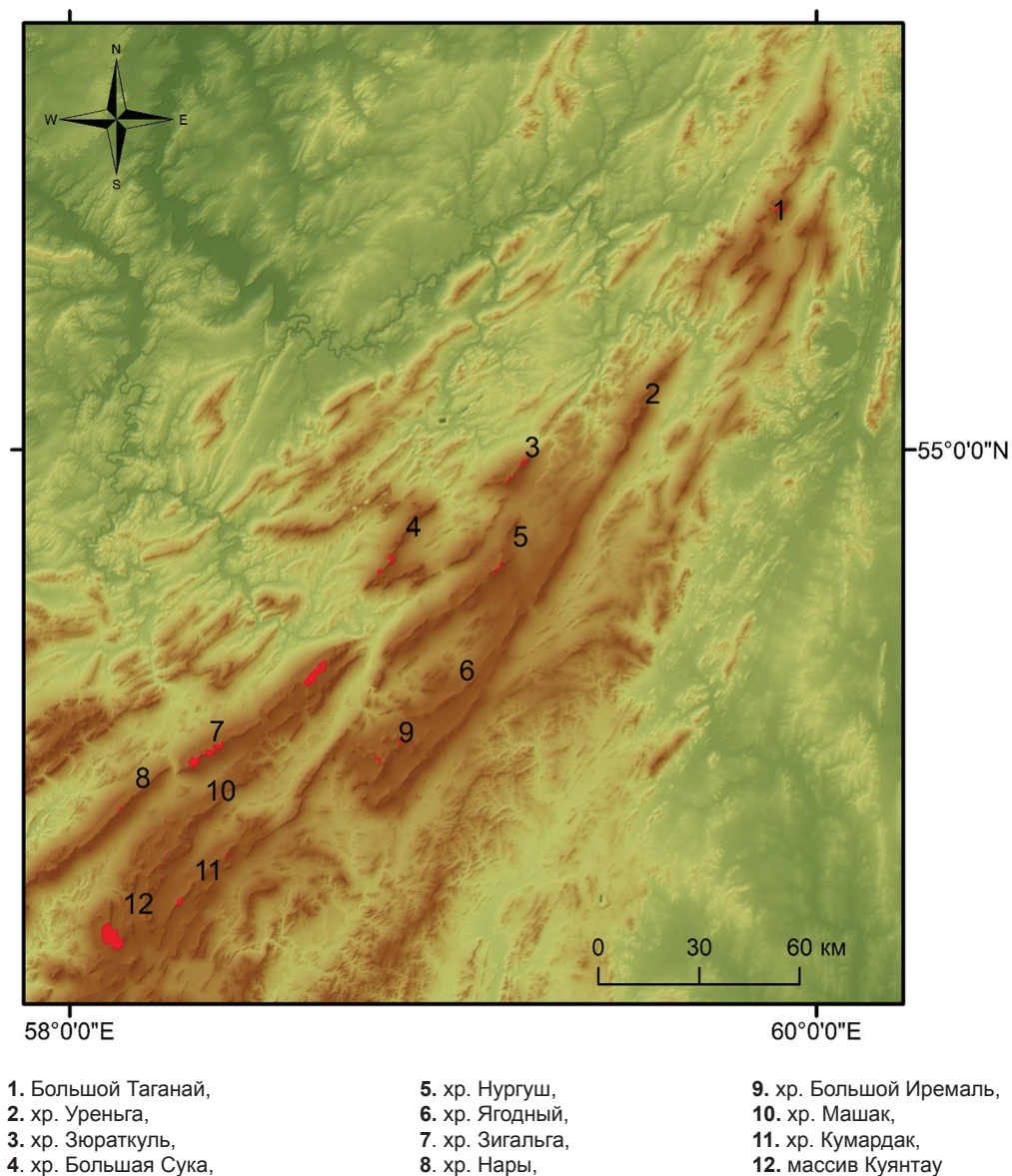


Рис. 3 / Fig. 3. Картохема распространения не покрытых лесом участков (горные тундры, каменистые россыпи, луга) на Южном Урале / Map of the distribution of non-forested areas (mountain tundra, rocky placers, meadows) in the Southern Urals

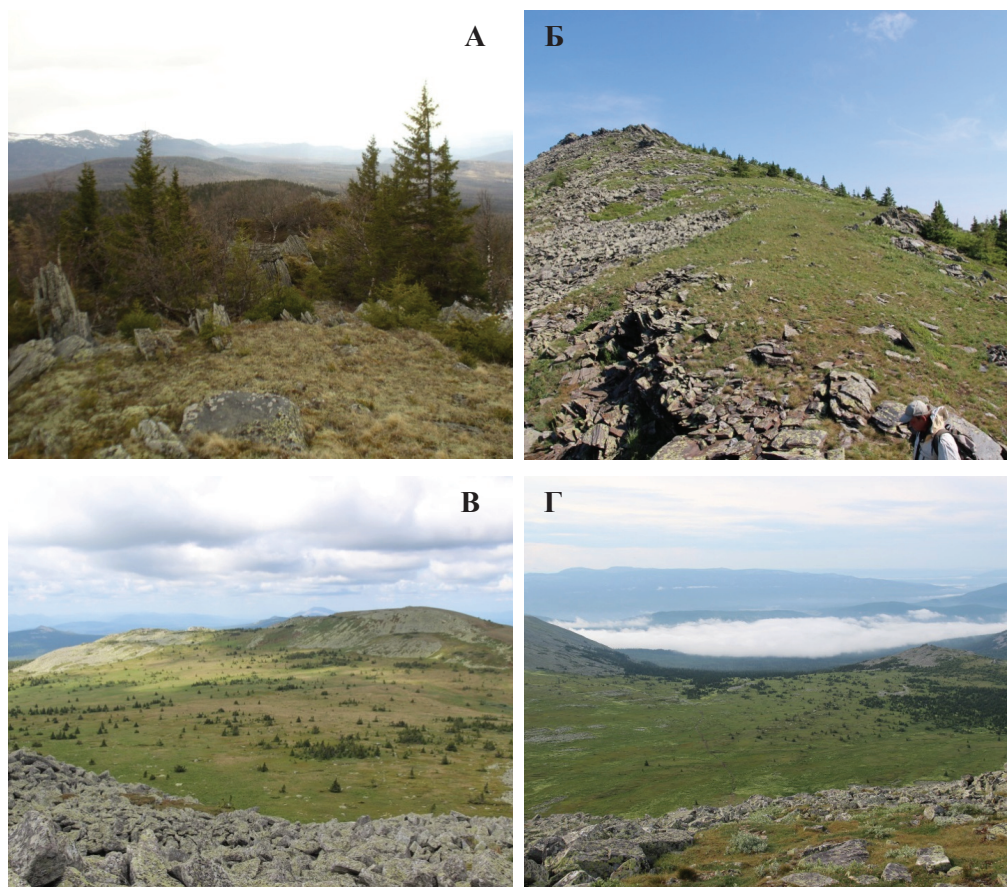
Источник: составлено авторами

и Малый Иремаль). Причём в совокупности горные тундры на 4 этих массивах составляют около 80% от всей площади горных тундр на Южном Урале. Здесь встречаются более 70–80% всех

видов растений, отмеченных в горных тундрах Южного Урала. Остальные тундры распространены на хр. Большой Таганай, Уреньга, Большая Сука, Нургуш, Ягодный, Зигальга, Нары,

Машак, Кумардак, где площадь горных тундр составляет от 0,05 до 19,87 га. Здесь тундры носят островной характер, представляя собой небольшие участки на склонах, перевалах или на вершинах небольших гор. Их видовой состав значительно обеднён (на 30–50%). В качестве примера приведены фотоизображения сообществ горных тундр на участках с площадью менее 2,5 га (рис. 4А-Б) и для вершин со значительной площадью тундры (рис. 4В-Г).

Видовой состав зависит от основных типов сообществ, встречающихся на конкретных вершинах. В основном для горных тундр Южного Урала характерны: голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), брусника (*V. vitis-idaea* L.), ситник трёхраздельный (*Juncus trifidus* L.), осока скальная (*Carex rupestris* All.), осока влагищная (*C. vaginata* Tausch), осока буроватая (*C. brunnescens* (Pers.) Poir.), овсяница овечья (*Festuca ovina* L.). Более редкими представляются качим уральский (*Gypsophila*



А – хр. Ягодный, Б – хр. Уреньга; В – хр. Зигальга,

Г – г. Большой Ирмель

Рис. 4 / Fig. 4. Примеры сообществ горных тундр Южного Урала: А-Б – площадью до 2,5 га; В-Г – площадью >80 га / The examples of mountain tundra communities of the South Urals: А-В - with an area of up to 2.5 hectares; В-Г – area over 80 ha

Источник: фото А. А. Григорьева

uralensis Less), патриния сибирская (*Patrinia sibirica* (L.) Juss.), толокнянка обыкновенная (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng), мытник (*Pedicularis* sp.), лаготис уральский (*Lagotis uralensis* Schischk.), астра альпийская (*Aster alpines* L.)

Результаты проведённого исследования свидетельствуют, что в горах Южного Урала травяно-моховые горные тундры с фрагментами каменистых и лишайниковых тундр распространены в определённом широтном пределе, на определённых хребтах и горных вершинах и носят в основном островной характер, часто представлены небольшими по площади изолированными сообществами. Около 80% тундр распространены на 4 крупных горных массивах, и меньшая часть (20%) – на не менее чем 32 вершинах и перевалах. В целом, общая площадь горных тундр на Южном Урале составляет не менее 687 га. В основном тундры расположены на сильно ветрообдуваемых перевалах и вершинах гор, где древесная растительность отсутствует полностью или произрастает в виде отдельных деревьев, редин и стлаников. Разнообразие и обилие видов сосудистых растений также имеет свои отличия на каждой вершине и зависит от площади тундр.

Площадь горных тундр зависит от общей высоты горного массива и от места его расположения в горной стране. Так, на г. Дальний Таганай, которая расположена на севере и периферии Южного Урала, горные тундры в среднем распространены на высоте 1100 м, а на массиве Ирмель – 1300 м. Это обусловлено тем, что в зимнее время года сильные ветра препятствуют аккумулярованию снежного покрова

на перевалах и вершинах гор, механически неблагоприятно воздействуя на молодое поколение леса, и способствуют более глубокому промерзанию почвы. Вершины и хребты, расположенные не в центральной части горной страны, подвергаются гораздо большему воздействию ветров, и поэтому здесь, в целом, верхняя граница распространения лесов ниже и, как следствие, распространение горных тундр ниже по абсолютной высоте. Наиболее крупные по площади сообщества горных тундр сосредоточены на крупных хребтах, расположенных на периферии горной страны, где нагрузка преобладающих ветров выше и количество осадков больше.

Ранее многолетними исследованиями были получены убедительные данные о том, что в горах Южного Урала в последнем столетии происходило интенсивное внедрение преимущественно ели сибирской в сообщества горных тундр [6; 9]. Эти процессы происходят повсеместно на всех горных хребтах и массивах. Причём с высокой долей вероятности на Южном Урале эти процессы происходят стремительнее других более северных горных провинций Урала [23]. Это может быть связано как с более благоприятными климатическими условиями, так и с тем, что травяно-моховые тундры, наиболее распространённые в южной части Уральских гор, являются более благоприятным субстратом для заселения деревьев [3]. Полученные повторные ландшафтные фотоснимки (рис. 5А-Г и рис. 6) наглядно демонстрируют, что даже за незначительные временные интервалы происходит заметное изменение лесопокрываемых площадей в горах Южного Урала. Древостои ели сибир-

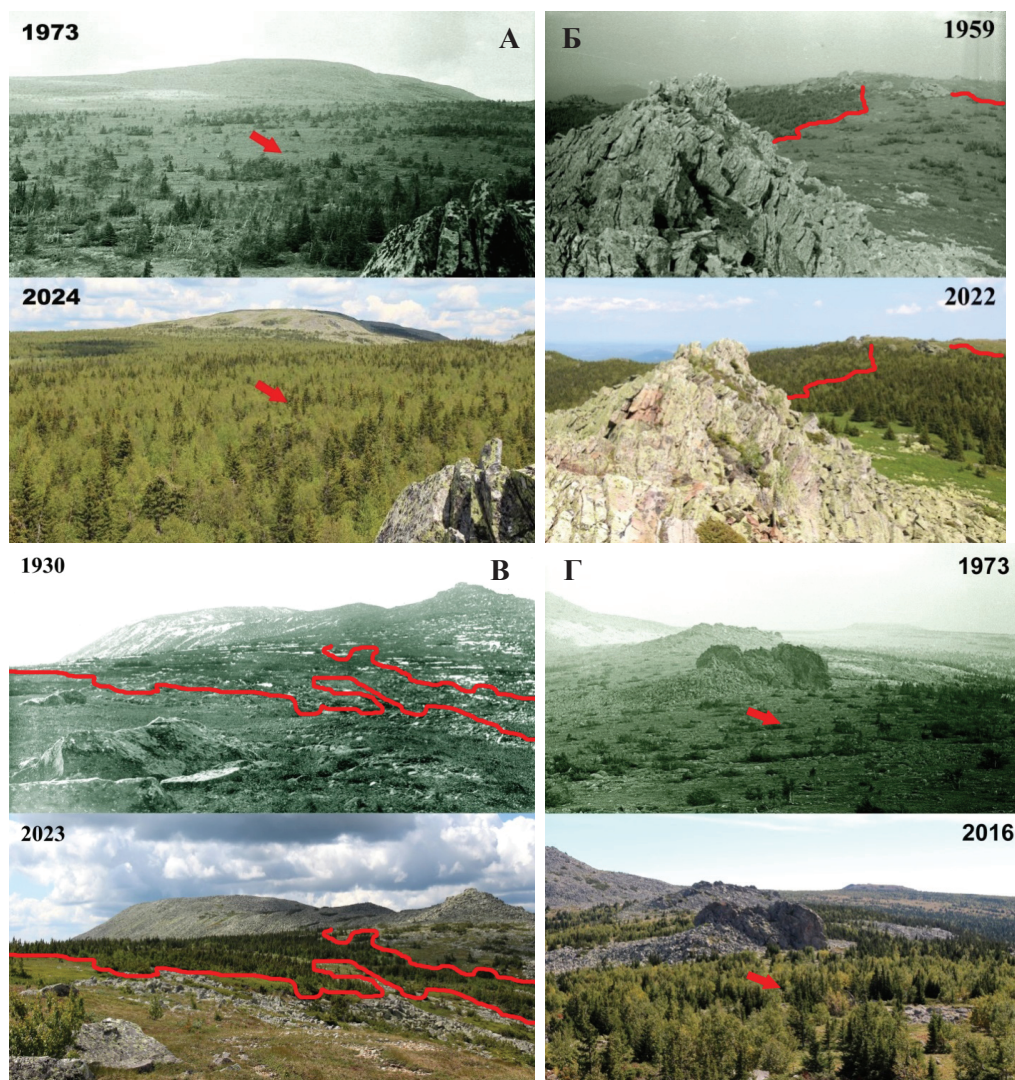


Рис. 5 / Fig. 5. Разновременные ландшафтные фотоснимки, сделанные на г. Малый Иремель (А), г. Дальний Таганай (Б), хр. Зигальга (В), г. Передний Иремель (Г) / Various landscape photographs taken in Maly Iremel (A), Dalniy Taganay (B), hr. Zigalga (C), Front Iremel (D)

Источник: фото 1930 г. Л. Н. Тюлиной, 1959 г. – П. Л. Горчаковского, 1973 г. – С. Г. Шиятова, современные снимки – А. А. Григорьева

ской продвигаются в горную тундру, формируя здесь сомкнутые древостои.

При маршрутном обследовании высокогорий Южного Урала было обнаружено, что на отдельных вер-

шинах и перевальных частях склонов в недавнем прошлом существовали сообщества горных тундр. Это подтверждается наличием определённого состава видов (ситник трёхраздельный

(*Juncus trifidu* L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), ветреница пермская (*Anemone narcissifolia* subsp. *biarmiensis* (Juz.)Jalas), водяника (*Empetrum nigrum* subsp. *hermaphroditum* (Hagerup) Bocher) и средним возрастом произрастающей здесь древесной растительности, который составляет несколько десятков лет. Например, такие участки были обнаружены на г. Уван, г. Харитонов, перевале на г. Медвежья, северной седловине г. Широкая, в перевале между вершинами 1303,9 и 1333,6 на хр. Машак, г. Ягодная (хр. Машак), Сухие горы, Ицыл, Аваляк и др.

На фоне климатических изменений и, как следствие, продвижения границы леса вверх по склонам существование небольших по площади горно-тундровых сообществ на хр. Большой Таганай, Уреньга, Ягодный, Большая Сука, Зюраткуль, Нары, Машак, Кумардак, отдельных вершинах хр. Нургуш и хр. Зигальга находится под угрозой исчезновения. Изменение структуры

растительных сообществ, т. е. развитие верхних ярусов, таких как кустарниковый или древесный, может привести к изменению видового состава травянистых растений горных тундр. В открытой горной тундре произрастают виды травянистых растений преимущественно сухих и холодных местообитаний. Появление отдельных групп деревьев способствует задержанию снежных масс и, как следствие, меньшему промерзанию почвы в зимнее время года, созданию более благоприятных условий для защиты от сильных ветров и морозного иссушения. Таким образом, условия становятся более тёплыми и влажными. Это способствует постепенному внедрению лесных и лесо-луговых видов травянистых растений, с которыми в последующем горно-тундровые виды не выдерживают конкуренции. Вследствие этого, динамика древесной растительности и смена растительного покрова при сохранении наблюдаемых тенденций могут

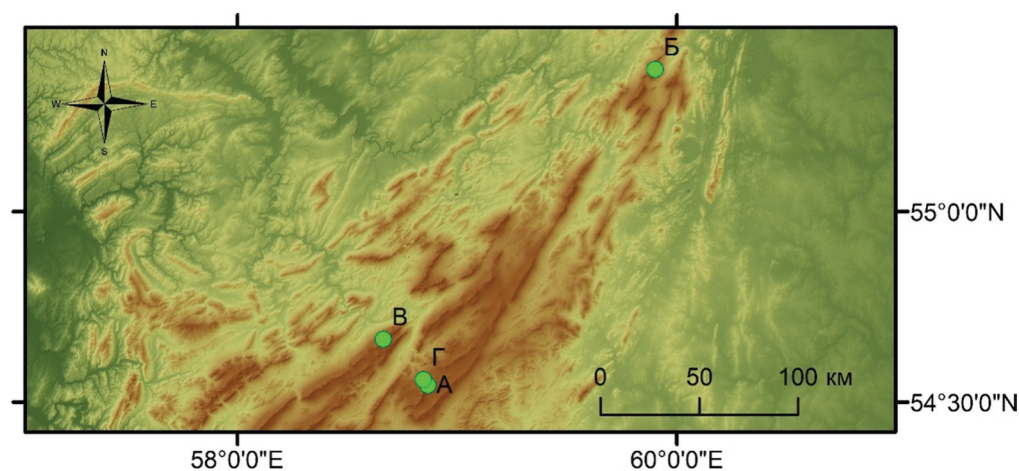


Рис. 6 / Fig. 6. Расположение мест фотографирования участков, представленных на рис. 5 / Location of photographic sites for the areas shown in Fig. 5

Источник: составлено авторами

привести к обеднению видового состава горных территорий Южного Урала.

Заключение

В горах Южного Урала сообщества горных тундр распространены не менее чем на 37 вершинах. Наибольшие по площади горные тундры расположены на хребтах Зигальга, Нургуш и массивах Куянтау, Иремель и составляют 80% (в сумме не менее 546 га) от площади всех горных тундр на Южном Урале. Участки с небольшой площадью горных тундр (менее 20 га) находятся на хребтах Большой Таганай, Зюраткуль, Уреньга, Нургуш, Ягодный, Большая Сука, Нары, Машак, Кумардак, отдельные вершины Зигальги. Общая площадь горных тундр на этих хребтах составляет не менее 140 га (около 20% от общей площади). При сохранении

отмечаемого тренда климатических изменений и продвижения границы леса вверх по склонам сообщества горных тундр на хр. Большой Таганай, Уреньга, Ягодный, Большая Сука, Зюраткуль, Нары, Машак, Кумардак, отдельных вершинах хр. Нургуш и хр. Зигальга находятся под угрозой исчезновения в XXI в.

Полученные данные о современных площадях горных тундр, ландшафтные фотоснимки пространственного положения верхней границы леса, информация о составе и структуре сообществ горных тундр могут быть использованы для мониторинга высокогорных экосистем Южного Урала при различных сценариях изменения климата, а также при создании моделей климатогенной трансформации высокогорных экосистем Южного Урала в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высоцкая А. А., Медведков А. А. Климатогенное "позеленение" курумовых ландшафтов в долине нижнего течения реки Подкаменная Тунгуска // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28. № 1. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-305-313
2. Горчаковский П. Л. Опыт ботанико-географического подразделения высокогорий Урала // Проблемы ботаники. Вып. 5 / под общ. ред. П. А. Генкеля. М.; Л.: Академия наук СССР в Ленинграде, 1960. С. 32–46.
3. Горчаковский П. Л. Флора и растительность высокогорий Урала. Свердловск, 1966. 270 с.
4. Горчаковский П. Л., Шиятов С. Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. М.: Наука, 1985. 208 с.
5. Им С. Т., Харук В. И. Климатически индуцированные изменения в экотоне альпийской лесотундры плато Путорана // Исследование Земли из космоса. 2013. № 5. С. 32. DOI: 10.7868/S0205961413040052
6. Моисеев П. А., Шиятов С. Г., Григорьев А. А. Климатогенная динамика древесной растительности на верхнем пределе ее распространения на хребте Большой Таганай за последнее столетие. Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2016. 136 с.
7. Пространственно-временная динамика древесной и кустарниковой растительности в горную тундру Дальнего Таганая (Южный Урал) / А. А. Григорьев, Р. С. Клям, С. О. Вьюхин, А. М. Громов, Д. С. Балакин, И. Б. Воробьев, Ю. В. Шалаумова // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 3. С. 28–38. DOI: 10.51318/FRET.2023.3.86.004
8. Шиятов С. Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Полярного Урала под влиянием современных изменений климата. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 216 с.

9. Шиятов С. Г., Моисеев П. А., Григорьев А. А. Фотомониторинг древесной и кустарниковой растительности в высокогорьях Южного Урала за последние 100 лет. Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2020. 191 с.
10. Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming / M. J. Steinbauer, J. A. Grytnes, G. Jurasinski et al. // *Nature*. 2018. Vol. 566. P. 231–236. DOI: 10.1038/s41586-018-0005-6
11. Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming / M. A. Harsch, P. E. Hulme, M. S. McGlone, et al. // *Ecology Letters*. 2009. № 12. P. 1040–1049. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2009.01355.x
12. Continent-wide response of mountain vegetation to climate change / M. Gottfried, H. Pauli, A. Futschik, et al. // *Nature Climate Change*. 2012. Vol. 2. P. 111–115. DOI: 10.1038/nclimate1329
13. Hansson A., Dargusch P., Shulmeister J. A review of modern treeline migration, the factors controlling it and the implications for carbon storage // *Journal of Mountain Science*. 2021. Vol. 18. P. 291–306. DOI: 10.1007/s11629-020-6221-1
14. Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Databas / A. Jarvis, H. I. Reuter, A. D. Nelson et al. [Электронный ресурс]. URL: <http://srtm.csi.cgiar.org>. (дата обращения: 05.08.2024).
15. Körner C. Alpine treelines. Functional Ecology of the Global High Elevation Tree Limits. Berlin: Springer, 2012. 220 p.
16. Pepper N., Gerardo-Giorda L., Montomoli F. Meta-modeling on detailed geography for accurate prediction of invasive alien species dispersal // *Scientific Reports*. 2019. № 9. DOI: 10.1038/s41598-019-52763-9
17. Prognostics of forest recovery with r.recovery GRASS-GIS module: An open-source forest growth simulation model based on the diffusive-logistic equation / L. A. Richit, C. Bonatto, R. V. da Silva, et al. // *Environmental Modelling and Software*. 2018. DOI: 10.1016/j.envsoft.2018.10.002.
18. Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits / H. Pauli, M. Gottfried, S. Dullinger et al. // *Science*. 2012. Iss. 336. P. 353–355. DOI: 10.1126/science.1219033
19. Role of land-surface changes in arctic summer warming / F. S. Chapin, M. Sturm, M. C. Serreze et al. // *Science*. 2005. № 310. P. 657–660. DOI: 10.1126/science.1117368
20. Shiyatov S. G., Mazepa V. S. Climate-driven dynamics of the forest-tundra vegetation in the Polar Ural Mountains // *Contemporary Problems of Ecology*. 2011. Vol. 4. № 7. P. 758–768. DOI: 10.1134/S1995425511070071
21. Temperature-induced recruitment pulses of Arctic dwarf shrub communities / U. Büntgen, L. Hellmann, W. Tegel, S. Normand // *Journal of Ecology*. 2015. Vol. 103. № 2. P. 489–501. DOI: 10.1111/1365-2745.12361
22. Tinner W., Kaltenrieder P. Rapid responses of high-mountain vegetation to early Holocene environmental changes in the Swiss Alps // *Journal of Ecology*. 2005. Vol. 93. P. 936–947. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2005.01023.x
23. Treeline advances along the Urals mountain range - driven by improved winter conditions? / F. Hagedorn, S. G. Shiyatov, V. S. Mazepa et al. // *Global Change Biology*. 2014. Vol. 20. № 11. P. 3530–3543. DOI: 10.1111/gcb.12613

REFERENCES

1. Vysotskaya A. A., Medvedkov A. A. [Climate-driven “greening” of the kurum landscape in the valley of the lower reaches of the Podkamennaya Tunguska river]. In: *InterCarto. Inter-GIS [InterCarto. InterGIS]*, 2022, vol. 28, no. 1, pp. 305–313. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1- 28-305-313

2. Gorchakovskiy P. L. [Experience of the botanical and geographical subdivision of the Ural highlands]. In: Genkel P. A., ed. *Problemy botanikov. Vyp. 5* [Problems of Botany. Issue 5]. Moscow; Leningrad, Akademiya nauk SSSR v Leningrade, 1960, pp. 32–46.
3. Gorchakovskiy P. L. *Flora i rastitelnost vysokogoriya Urala* [Flora and vegetation of the Ural highlands]. Sverdlovsk, 1966. 270 p.
4. Gorchakovskiy P. L., Shiyatov S. G. *Fitoindikatsiya usloviy okruzhayushchey sredy i razvitiya protsessov v usloviyakh krizisa* [Phytoindication of environmental conditions and natural processes in the highlands]. Moscow, Nauka Publ., 1985. 208 p.
5. Im S. T., Kharuk V. I. [Climatically induced changes in the ecotone of the alpine forest-tundra of the Putorana Plateau]. In: *Issledovaniye Zemli iz kosmosa* [Exploration of the Earth from Space], 2013, no. 5, p. 32. DOI: 10.7868/S0205961413040052
6. Moiseev P. A., Shiyatov S. G., Grigoriev A. A. *Klimatogennaya dinamika drevesnoy rastitelnosti v verkhney chasti yeye rasprostraneniya na Khrebt Bolshogo Taganay za posledneye stoletie* [Climatogenic dynamics of woody vegetation at the upper limit of its distribution on the Bolshoy Taganay Ridge over the past century]. Yekaterinburg: Izdatelstvo UMTS UPI Publ., 2016. 136 p.
7. Grigoriev A. A., Klyam R. S., Vyukhin S. O., Gromov A. M., Balakin D. S., Vorobyov I. B., Shalaumova Yu. V. [Spatio-temporal dynamics of tree and shrub vegetation in the mountain tundra of Far Taganay (Southern Urals)]. In: *Lesa Rossii i khozyaystvo v nikh* [Forests of Russia and their management], 2023, no. 3, pp. 28–38. DOI: 10.51318/FRET.2023.3.86.004
8. Shiyatov S. G. *Dinamika drevesnoy i kustarnikovoy rastitelnosti v gorakh Polyarnogo Urala pod vliyaniyem sovremennykh izmeneniy klimata* [Dynamics of tree and shrub vegetation in the mountains of the Polar Urals under the influence of modern climate change]. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 2009. 216 p.
9. Shiyatov S. G., Moiseev P. A., Grigoriev A. A. *Fotomonitoring drevesnoy i kustarnikovoy rastitelnosti v vysokikhryakh Yuzhnogo Urala za posledniye 100 let* [Photomonitoring of tree and shrub vegetation in the highlands of the Southern Urals over the past 100 years]. Ekaterinburg, Izdatelstvo UMTS UPI Publ., 2020. 191 p.
10. Steinbauer M. J., Grytnes J. A., Jurasinski G., et al. Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. In: *Nature*, 2018, vol. 566, pp. 231–236. DOI: 10.1038/s41586-018-0005-6
11. Harsch M. A., Hulme P. E., McGlone M. S., et al. Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming. In: *Ecology Letters*, 2009, no. 12, pp. 1040–1049. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2009.01355.x
12. Gottfried M., Pauli H., Futschik A., et al. Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. In: *Nature Climate Change*, 2012, vol. 2, pp. 111–115. DOI: 10.1038/nclimate1329
13. Hansson A., Dargusch P., Shulmeister J. A review of modern treeline migration, the factors controlling it and the implications for carbon storage. In: *Journal of Mountain Science*, 2021, vol. 18, pp. 291–306. DOI: 10.1007/s11629-020-6221-1
14. Jarvis A., Reuter H. I., Nelson A. D., et al. *Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Databas*. Available at: <http://srtm.csi.cgiar.org>. (accessed: 05.08.2024).
15. Körner C. *Alpine treelines. Functional Ecology of the Global High Elevation Tree Limits*. Berlin, Springer, 2012. 220 p.
16. Pepper N., Gerardo-Giorda L., Montomoli F. Meta-modeling on detailed geography for accurate prediction of invasive alien species dispersal. In: *Scientific Reports*, 2019, no. 9. DOI: 10.1038/s41598-019-52763-9

17. Richit L. A., Bonatto C., da Silva R. V., et al. Prognostics of forest recovery with r.recovery GRASS-GIS module: An open-source forest growth simulation model based on the diffusive-logistic equation. In: *Environmental Modelling and Software*, 2018. DOI: 10.1016/j.envsoft.2018.10.002.
18. Pauli H., Gottfried M., Dullinger S., et al. Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. In: *Science*, 2012, iss. 336, pp. 353–355. DOI: 10.1126/science.1219033
19. Chapin F. S., Sturm M., Serreze M. C., et al. Role of land-surface changes in arctic summer warming. In: *Science*, 2005, no. 310, pp. 657–660. DOI: 10.1126/science.1117368
20. Shiyatov S. G., Mazepa V. S. Climate-driven dynamics of the forest-tundra vegetation in the Polar Ural Mountains. In: *Contemporary Problems of Ecology*, 2011, vol. 4, no. 7, pp. 758–768. DOI: 10.1134/S1995425511070071
21. Büntgen U., Hellmann L., Tegel W., Normand S. Temperature-induced recruitment pulses of Arctic dwarf shrub communities. In: *Journal of Ecology*, 2015, vol. 103, no. 2, pp. 489–501. DOI: 10.1111/1365-2745.12361
22. Tinner W., Kaltenrieder P. Rapid responses of high-mountain vegetation to early Holocene environmental changes in the Swiss Alps. In: *Journal of Ecology*, 2005, vol. 93, pp. 936–947. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2005.01023.x
23. Hagedorn F., Shiyatov S. G., Mazepa V. S., et al. Treeline advances along the Urals mountain range – driven by improved winter conditions? In: *Global Change Biology*, 2014, vol. 20, no. 11, pp. 3530–3543. DOI: 10.1111/gcb.12613

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Григорьев Андрей Андреевич – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории геоинформационных технологий Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук;
e-mail: grigoriev.a.a@ipae.uran.ru

Шалаумова Юлия Валерьевна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории геоинформационных технологий Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук;
e-mail: jvshalaumova@gmail.com;

Терентьева Мария Вячеславовна – инженер 1 категории лаборатории геоинформационных технологий Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук;
e-mail: terenteva_mv@ipae.uran.ru

Вьюхин Сергей Олегович – младший научный сотрудник лаборатории геоинформационных технологий Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук;
e-mail: Sergey.vyuhin@mail.ru;

Балакин Дмитрий Сергеевич – младший научный сотрудник лаборатории геоинформационных технологий Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук;
e-mail: dmitrijbalakin047@gmail.com;

Моисеев Павел Александрович – доктор биологических наук, заведующий лабораторией геоинформационных технологий Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук;
e-mail: moiseev@ipae.uran.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Andrey A. Grigoriev – PhD (Agricultural), Senior Researcher, Laboratory of Geographic Information Technologies, Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences;

e-mail: grigoriev.a.a@ipae.uran.ru

Yulia V. Shalaumova – PhD (Engineering), Senior Researcher, Laboratory of Geographic Information Technologies, Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences;

e-mail: jvshalaumova@gmail.com

Maria V. Terentyeva – Engineer of the 1st category, Laboratory of Geographic Information Technologies, Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences;

e-mail: terenteva_mv@ipae.uran.ru

Sergey O. Vyukhin – Junior Researcher, Laboratory of Geographic Information Technologies, Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences;

e-mail: Sergey.vyukhin@mail.ru

Dmitry S. Balakin – Junior Researcher, Laboratory of Geographic Information Technologies, Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences;

e-mail: dmitrijbalakin047@gmail.com

Pavel A. Moiseev – Dr. Sci. (Biology), Laboratory Head, Laboratory of Geographic Information Technologies, Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences;

e-mail: moiseev@ipae.uran.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Горные тундры Южного Урала: современное распространение и угроза исчезновения в XXI веке / А. А. Григорьев, Ю. В. Шалаумова, М. В. Терентьева, С. О. Вьюхин, Д. С. Балакин, П. А. Моисеев // Географическая среда и живые системы. 2024. № 3. С. 26–46.

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-26-46

FOR CITATION

Grigoriev A. A., Shalaumova Yu. V., Terentyeva M. V., Vyukhin S. O., Balakin D. S., Moiseev P. A. Alpine tundras of the Southern Urals: current distribution and threat of extinction in the 21st century. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2024, no. 3, pp. 26–46.

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-26-46

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ОХРАНА ЛАНДШАФТОВ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Научная статья

УДК 504.055

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-47-61

ГЕОБОТАНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СВЕТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДСКОМ ООПТ (НА ПРИМЕРЕ ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ВОРОБЬЁВЫ ГОРЫ» Г. МОСКВЫ)

Лукьянов Л. Е.¹, Красовская Т. М.², Емельянова Л. Г.³

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация
e-mail: lev.lykhanov@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-5294-3711

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация
e-mail: krasovsktex@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-2328-2074

³ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация
e-mail: biosever@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-5701-0670

Поступила в редакцию 05.08.2024

После доработки 23.08.2024

Принята к публикации 05.09.2024

Аннотация

Цель. Оценка воздействия светового загрязнения на растительный покров в природном заказнике «Воробьёвы горы» (г. Москва).

Процедура и методы. Основными методами исследования стали системный геоэкологический анализ, включающий характеристику природных ландшафтов и антропогенной нагрузки, геоботанические наблюдения (изменение видового состава, его обилие и фазы наземных растений) и инструментальные измерения (определение интенсивности освещённости с помощью люксметра). Для мониторинга трансформации травяного растительного покрова заложено 8 тестовых площадок, фоновых и испытывающих световое загрязнение. Проведены сравнения встречаемости идентичных видов флоры природного заказника на соседних освещаемых и неосвещаемых участках (10×10 м) в рамках фрагментов ландшафтных урочищ.

Результаты. Проведённое исследование показало, что воздействие светового загрязнения на естественный растительный покров влияет на его структуру, обилие видов, а также

© СС ВУ Лукьянов Л. Е., Красовская Т. М., Емельянова Л. Г., 2024.

на ритмику их развития. Геоботаническое изучение видового состава растений этих площадей позволило выделить 21 вид растений разной чувствительности к уровню освещённости их местообитаний. Эти виды могут быть использованы для дальнейшего мониторинга влияния светового загрязнения на растительный покров (*Ficaria verna*, *Campanula sp.*, *Vicia sylvatica*, *Anemone ranunculoides* и др.).

Теоретическая и/или практическая значимость. Предлагаются геоботанические методы мониторинга светового загрязнения.

Ключевые слова: световое загрязнение, наземный растительный покров, экологический мониторинг, городские ООПТ

Благодарности. Авторы выражают глубокую благодарность доценту географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова Е. Г. Сусловой, принимавшей активное участие в полевых исследованиях в рамках настоящей работы.

Original Research Article

GEOBOTANICAL MONITORING OF LIGHT POLLUTION IN URBAN NATURE PROTECTED AREAS (THE CASE STUDY OF THE VOROBYOVY GORY NATURE RESERVE IN MOSCOW)

L. Lukianov¹, T. Krasovskaya², L. Emelyanova³

¹ Lomonosov Moscow State University
Leninskiye Gory 1, Moscow 119991, Russian Federation
e-mail: lev.lykianov@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-5294-3711

² Lomonosov Moscow State University
Leninskiye Gory 1, Moscow 119991, Russian Federation
e-mail: krasovsktex@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-2328-2074

³ Lomonosov Moscow State University
Leninskiye Gory 1, Moscow 119991, Russian Federation
e-mail: biosever@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-5701-0670

Received 05.08.2024

Revised 23.08.2024

Accepted 05.09.2024

Abstract

Aim. Assessment of the light pollution impact on the vegetation cover in the Vorobyovy Gory nature reserve.

Methodology. The principle investigation methods were the following: system geoecological analysis (including characteristics of natural landscapes and anthropogenic load), geobotanical observation (changes in species composition, abundance and phenophase of terrestrial plants) and instrumental measurements of the illumination intensity measured by luxmeter. To monitor the transformation of the grass vegetation cover, 8 test sites were laid: background and light pollution testing sites. Comparison of identical species of the nature reserve flora in neighboring illuminated and unlit areas (10×10 m) within the same landscape tract fragments was carried out.

Results. The study showed that the effect of light pollution on the natural vegetation cover affects its structure, species abundance as well as rhythms of their development. Geobotanical

study of plant species composition at these sites allowed us to identify 21 plant species of different sensitivity to the level of illumination of their habitats. These species may be used for further monitoring of light pollution impact on vegetation cover (*Ficaria verna*, *Campanula sp.*, *Vicia sylvatica*, *Anemone ranunculoides*, etc.).

Research implications. Geobotanical methods for light pollution monitoring are proposed.

Keywords: light pollution, terrestrial vegetation cover, ecological monitoring, ground vegetation, urban nature protected areas

Acknowledgments. The authors express their deep gratitude to the Associated Professor of the Faculty of Geography of the Lomonosov Moscow State University, E. G. Suslova who took an active part in field research.

Введение

Световое загрязнение как одно из проявлений физического загрязнения окружающей среды представляет собой избыточное искусственное освещение как по интенсивности, так и по продолжительности воздействия. С усилением процессов урбанизации, расширением территорий хозяйственного освоения в XXI в. отмечается ежегодное увеличение площадей, подвергающихся световому загрязнению, на всех континентах, за исключением Антарктиды, в среднем на 1,6–9,6% [9; 12]. Несмотря на это, степень изученности влияния этого вида загрязнения окружающей среды на природу, человека и экономику пока явно недостаточна для обоснования разработки комплекса мер по его ограничению, хотя единичные меры – нормирование освещённости окон жилых зданий в ночное время суток – уже существует в развитых странах мира. Это связано с тем, что наиболее изученным эффект светового загрязнения оказался в отношении нарушения метаболических реакций у человека. Исследования влияния светового загрязнения на поведенческие реакции птиц, некоторых видов морских животных и насекомых появились лишь относительно недавно [4; 10; 11; 15; 16; 17].

Воздействие светового загрязнения на естественный растительный покров изучено пока слабо, хотя для сельскохозяйственных культур давно известно влияние режимов и разной интенсивности искусственной подсветки для повышения урожайности¹ [5]. Освещённость растений – важнейшее условие их роста. Растения используют свет как источник энергии для образования биомассы, регулирующий фазы их развития. При этом световое насыщение фотосинтеза различных растений может сильно отличаться: у светолюбивых оно наступает при 50% полного солнечного освещения, у теневыносливых – при 10% [6]. Это проявляется в видовой структуре фитоценозов светлых и затенённых участков. Такая особенность может быть использована для мониторинга влияния светового загрязнения на естественный растительный покров как для изучения изменения структуры фитоценозов, так и физиологических процессов фаз их развития.

В связи с этим целью нашего исследования стал первичный анализ влияния светового загрязнения на расти-

¹ Искусственное освещение растений в культивационных сооружениях защищённого грунта: [сайт]. URL: <https://ledfarm.by/raschyot-osveshheniya/> (дата обращения: 29.11.2023).

тельный покров природного заказника «Воробьёвы горы» для организации мониторинговых наблюдений.

Природный заказник «Воробьёвы горы» расположен в 6 км к юго-западу от Московского Кремля и тянется узкой полосой (шириной 100–400 м и протяжённостью 4 км) вдоль берега Москвы-реки (рис. 1). Площадь ООПТ – 137,5 га. Заказник расположен на крутом склоне Теплостанской возвышенности, высота – до 67 м. Оползневая активность склонов формирует рельеф территории и образует бугры, рвы растяжения, оползневые цирки и прочие формы рельефа [3].

В заказнике произрастают более 40 видов деревьев: липа сердцевид-

ная (*Tilia cordata*), клён остролистный (*Acer platanoides*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), берёза повислая (*Betula pendula*) и др. В Красную книгу внесены более 30 видов растений, в числе которых зверобой волосистый (*Hypericum hirsutum*), фиалка душистая (*Viola odorata*), хохлатка плотная (*Corydalis solida*), горицвет кукушкин (*Silene flos-cuculi*), колокольчик раскидистый (*Campanula patula*), ландыш майский (*Convallaria majalis*), астрагал датский (*Astragalus danicus*) и др.

Воробьёвы горы отличаются большим видовым разнообразием орнитофауны: из более чем 70 видов птиц, встречающихся здесь, около половины занесено в Красную книгу Москвы:

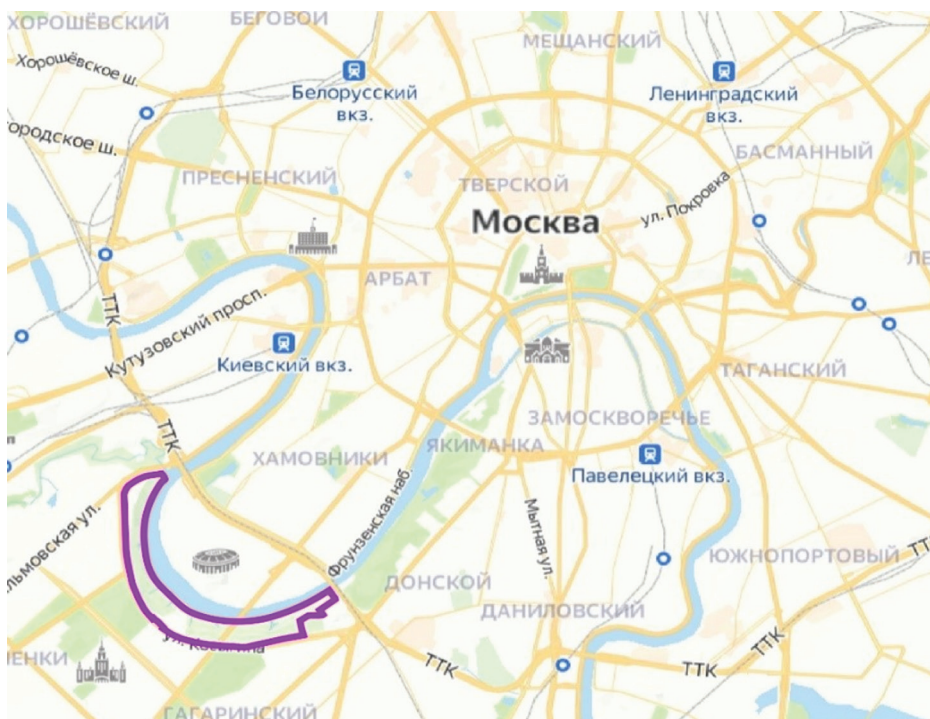


Рис. 1 / Fig. 1. Расположение природного заказника «Воробьёвы горы» в пределах Москвы / Location of the Vorobyovy Gory Nature Reserve within Moscow

Источник: Яндекс Карты [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/maps/213/moscow> (дата обращения: 16.03.2024)

малый пёстрый дятел (*Picoides minor*), обыкновенный дубонос (*Coccothraustes coccothraustes*), обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*), лесной конёк (*Anthus trivialis*), ястреб-перепелятник (*Accipiter nisus*), ястреб-тетеревятник (*Accipiter gentilis*), хохлатая черныш (*Aythya fuligula*), серая неясыть (*Strix aluco*), сорокопуд-жулан (*Lanius collurio*), ушастая сова (*Asio otus*), и др. В Красную книгу занесены также некоторые виды пресмыкающихся, земноводных и млекопитающих: европейский крот (*Talpa europaea*), европейский ёж (*Erinaceus europaeus*), обыкновенная белка (*Sciurus vulgaris*), ласка (*Mustela nivalis*), обыкновенный уж (*Natrix natrix*), травяная лягушка (*Rana temporaria*), озёрная лягушка (*Pelophylax ridibundus*) [1].

В 2013 г. постановлением Правительства Москвы территория заказника была передана в безвозмездное пользование ЦПКиО «Парк Горького», что изменило характер хозяйственного освоения территории. В настоящее время 38% площади заказника занято сторонними землепользователями, в числе которых – Андреевский монастырь, резиденции ФСО на ул. Косыгина, институты РАН и заново построенный в 2022 г. спортивный комплекс «Воробьёвы горы». Строительство последнего сопровождалось множественными механическими нарушениями почв и грунтов, активизирующими оползневую деятельность, вырубкой растительного покрова, снижением биоразнообразия, разрушением объектов природного и историко-культурного наследия местного значения. Продолжается замусоривание территории, повсеместное возникновение стихийных троп, нарушающих

целостность наземного растительного покрова, усиливается фрагментация ландшафтов заказника, постройками нарушается эстетическая привлекательность ландшафтов. Возросло шумовое загрязнение: уровень шума, по нашим замерам, достиг 60–65 дБ (при фоновых значениях 42–44 дБ).

В 2018 г. в заказнике было установлено 1000 опор ландшафтного освещения по 12 светодиодных прожекторов на каждом. Опоры установлены в 3–5 рядов по нижнему ярусу склона и тянутся вдоль всей набережной. В ходе запрограммированного светового сценария последовательно сменяются красный, жёлтый, зелёный и синий цвета световых лучей (рис. 2). Ландшафтное освещение включается ежедневно через 15 мин. после захода солнца и работает до полуночи, таким образом, время работы освещения варьируется от 2 ч 27 мин. в дни летнего солнцестояния до 7 ч 49 мин. в дни зимнего солнцестояния. Прожектора направлены вверх, в кроны деревьев. Уровень освещения в кронах деревьев вырос с фоновых значений (0,9 лк) до 18,5 тыс. лк [2]. Ранее в заказнике было установлено лишь уличное освещение, уровень освещённости составлял 125–140 лк. Однако уличное освещение приурочено к тропиночно-дорожной сети и направлено вниз.

Мониторинг светового загрязнения

В основу исследования положены полевые геоботанические и ландшафтные исследования, анализ тематических публикаций, появившихся в основном за рубежом в последние годы. Полевые исследования, проведённые в мае 2022 и 2024 гг., позволили осуществить вы-

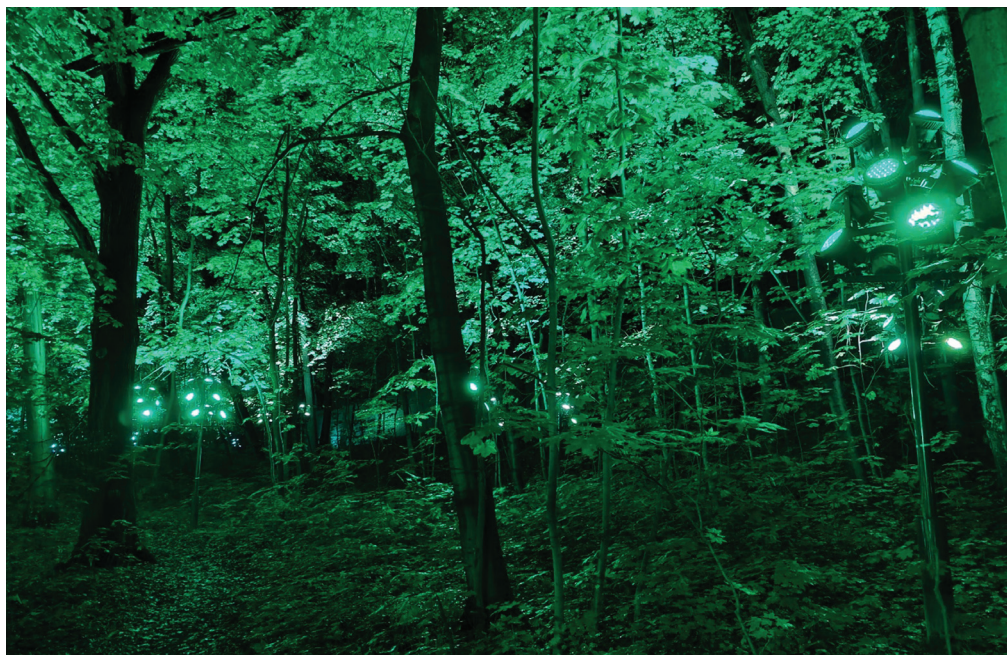


Рис. 2 / Fig. 2. Ландшафтное освещение в природном заказнике «Воробьёвы горы» / Landscape lighting in the Vorobyovy Gory Nature Reserve

Источник: фото Лукьянова Л. Е.

бор тестовых участков с типичными для заказника ландшафтными характеристиками, расположенными в зоне светового загрязнения и вне её, измерить степень светового загрязнения.

В 2021–2023 гг. авторами была составлена карта пространственного распространения светового загрязнения, основой для которой явилась ландшафтная карта масштаба 1:10000 [2]. Эта карта была использована для заложения восьми тестовых мониторинговых площадок для изучения трансформации травяного растительного покрова на соседних фоновых и испытывающих световое загрязнение участках (10×10 м) в рамках фрагментов ландшафтных урочищ. Проведены сравнения встречаемости, обилия и фенофаз идентичных видов флоры природного заказника на освещаемых

и неосвещаемых участках. Попутно проводился учёт видового состава птиц на обследованных участках для последующей комплексной оценки влияния светового загрязнения на геосистемы заказника.

Геоботаническая характеристика тестовых площадок

Тестовые площадки располагались на участке природного заказника между спортивным комплексом «Воробьёвы горы» и Лужнецким мостом (рис. 3). Они располагались в типичных ландшафтных условиях заказника: на надпойменной террасе под берёзовыми разнотравными лесами (фоновая точка 1Ф, загрязнённая 1С), в эрозионно-оползневой ложбине под кленово-липовыми с участием берёзы разнотравными лесами (фоновые

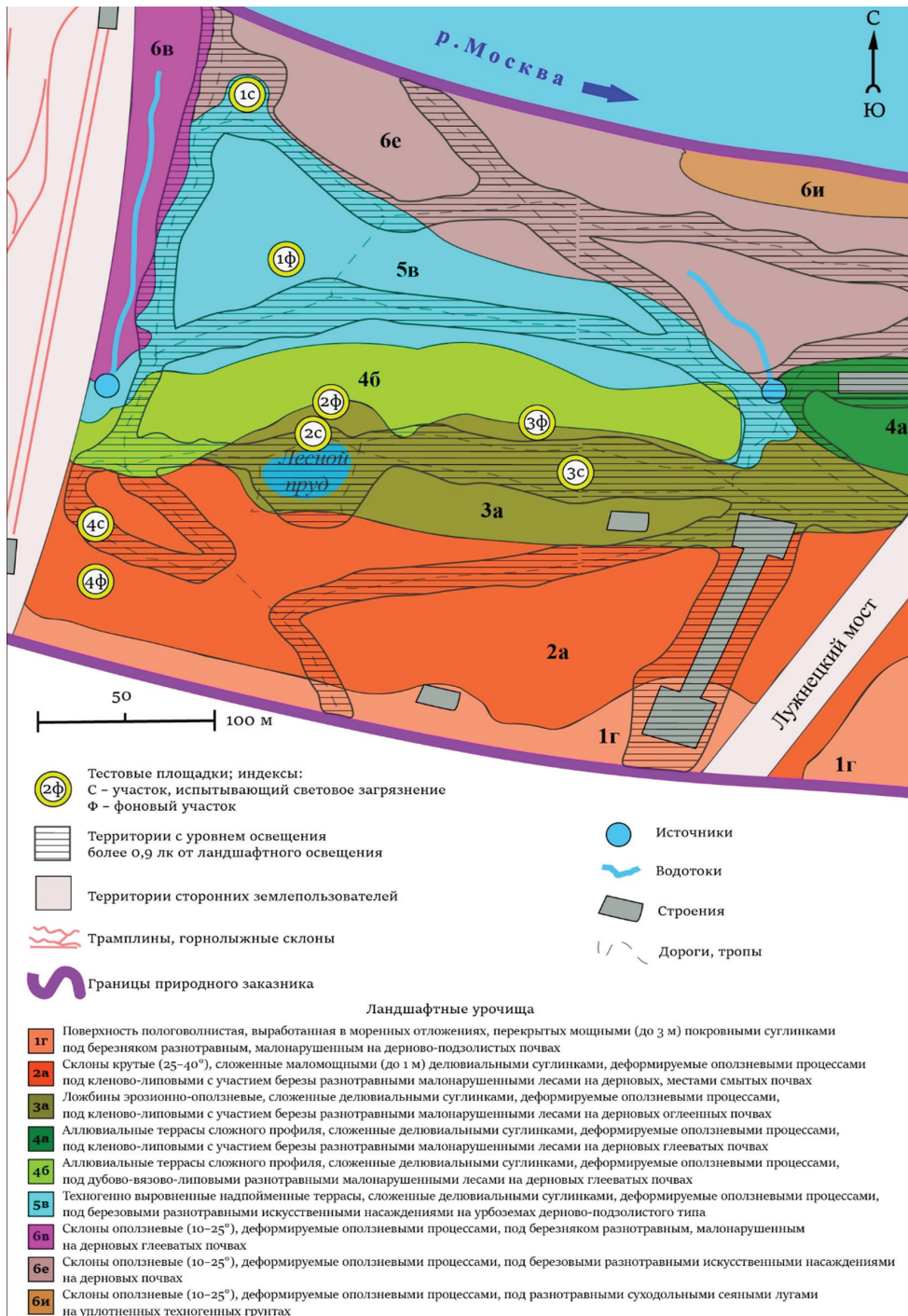


Рис. 3 / Fig. 3. Ландшафтная характеристика исследуемого участка заказника «Воробьевы горы» и расположение тестовых площадок / Landscape characteristics of the research area in the Vorobyovy Gory nature Reserve and the location of test sites

Источник: составлено Лукьяновым Л. Е.

точки 2Ф и 3Ф, загрязнённые точки 2С и 3С), на крутых склонах под кленово-липовыми с участием берёзы разнотравными лесами (фоновая точка 4Ф, загрязнённая точка 4С). Эти ландшафтные урочища суммарно характеризуют 22% ландшафтной структуры природного заказника от его общей площади.

Все участки расположены в наиболее посещаемой части заказника и в той или иной степени испытывают рекреационную нагрузку, что заметно и по количеству посетителей, наличию стихийных троп, мусора и т. п. Поскольку древесный растительный покров заказника был преобразован: разрежен для придания паркового

вида, практически лишён кустарникового подлеска на «прогулочных» территориях, наблюдения за изменениями его структуры под воздействием светового загрязнения были невозможны. Поэтому наше внимание было направлено на исследование видового состава наземного травяного покрова (табл. 1). При этом особое внимание уделялось видам, по-разному реагирующим на световое загрязнение, что отмечается в научных исследованиях [9; 10], а также опыляемым ночными насекомыми, т. к. избыточное освещение в ночное время часто приводит к их гибели [7; 17]. Заметим, что описание проводилось на начальной стадии вегетации.

Таблица 1 / Table 1

Характеристика видового состава травянистых растений тестовых площадок / Characteristics of herbaceous plants of test sites

№ точки	Видовой состав	Освещённость, лк	Виды птиц
1С ¹	Яснотка желтая (<i>Lamium galeobdolon</i>), купена многоцветковая (<i>Polygonatum multiflorum</i>), копытень европейский (<i>Asarum europaeum</i>),	7,2–15,5	Зяблик, серая неясось
1Ф	Яснотка крапчатая (<i>Lamium maculatum</i>), сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>), вербейник монетный (<i>Lysimachia nummularia</i>), чистец лесной (<i>Stachys sylvatica</i>), живучка ползучая (<i>Ajuga reptans</i>), медуница неясная (<i>Pulmonaria obscura</i>) ² , подмаренник промежуточный (<i>Galium intermedium</i>), ветреница лютиковая (<i>Anemone ranunculoides</i>), осока лесная (<i>Carex sylvatica</i>)	0,2	Зяблик, зарянка
2С	Норичник узловатый (<i>Scrophularia nodosa</i>), горошек лесной (<i>Vicia sylvatica</i>), золотарник обыкновенный (<i>Solidago virgaurea</i>), барвинок малый (<i>Vinca minor</i>) ³	9,3–12,5	Дрозд рябинник
2Ф	Яснотка жёлтая и белая (<i>Lamium galeobdolon</i> , <i>Lamium album</i>), подмаренник промежуточный (<i>Galium intermedium</i>), щитовник картузианский (<i>Dryopteris carthusiana</i>), мятлик лесной (<i>Poa nemoralis</i>), ожика волосистая (<i>Luzula pilosa</i>), недотрога мелкоцветковая (<i>Impatiens parviflora</i>) ³ , горошек лесной (<i>Vicia sylvatica</i>) ³ , колокольчик широколистный (<i>Campanula latifolia</i>) ³ , вероника дубравная (<i>Veronica chamaedrys</i>) ³	0,3	Не отмечены

№ точки	Видовой состав	Освещённость, лк	Виды птиц
3С	Чистяк весенний (<i>Ficaria verna</i>), колокольчик (<i>Campanula sp.</i>), ветреница дубравная (<i>Anemone nemorosa</i>) ⁴ , щитовник мужской (<i>Dryopteris filix-mas</i>) ⁴ , кочедыжник (<i>Athyrium</i>) ⁴ , копытень европейский (<i>Asarum europaeum</i>) ⁴	32	Чёрный дрозд, зарянка, дрозд-рябинник, пеночка-трещотка
3Ф	Гравилат городской (<i>Geum urbanum</i>), герань лесная (<i>Geranium sylvaticum</i>), пролесник многолетний (<i>Mercurialis perennis</i>), сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>), чесночница черешчатая (<i>Alliaria petiolata</i>)	0,5	Не отмечены
4С	Ветреница лютиковая (<i>Anemone ranunculoides</i>), вероника длиннолистная (<i>Veronica longifolia</i>), герань лесная (<i>Geranium sylvaticum</i>), сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>), воронец колосистый (<i>Actaea spicata</i>) ³ , яснотка крапчатая (<i>Lamium maculatum</i>) ³	4–7	Большая синица
4Ф	Воронец колосистый (<i>Actaea spicata</i>), недотрога мелкоцветковая (<i>Impatiens parviflora</i>), пролесник многолетний (<i>Mercurialis perennis</i>), гравилат городской (<i>Geum urbanum</i>), яснотка крапчатая (<i>Lamium maculatum</i>) ³ , ветреница лютиковая (<i>Anemone ranunculoides</i>) ³ .	0,3	Не отмечены
¹ Сильно вытоптана ² Растение Красной книги г. Москвы ³ Предположительно заносной вид ⁴ Площадка, заключённая между двумя освещаемыми экотропами. Присутствие тенелюбивых видов объясняется узостью освещённой полосы между экотропами.			

Источник: по данным полевых наблюдений

Антропогенное изменение потоков энергии в фитоценозах при световом загрязнении

Световое загрязнение продуцирует дополнительное поступление световой и тепловой энергии в фитоценозы. Особенности методики изучения этого процесса на территории природного заказника детально изложены в наших публикациях [2]. Установлено, что добавленная антропогенная энергия от ландшафтного освещения на 1 м² территории в минуту составляет 293 Дж, из которых световая энергия составляет 23 Дж, а тепло от радиаторов прожекторов даёт 270 Дж энергии. При этом установлено, что в начале вегетационного периода добавленная энергия светового потока с наступле-

нием темноты увеличивает количество поступающей радиации на 6,4% (до 342,6 кДж/м²), в конце вегетационного периода – на 34,1% (до 123,3 кДж/м²). Можно предположить, что вычисленные значения притока добавленной энергии могут вызвать изменение структуры фитоценозов участков, испытывающих световое загрязнение, а также изменения физиологии и фенотипа развития растений.

В экспериментах и наблюдениях, проведённых в Великобритании, США (Теннесси, Мичиган), Германии, Индии и других странах установлено, что на участках, испытывающих световое загрязнение, снижается численность насекомых – ночных опылителей, выполняющих существенную роль в обе-

спечении воспроизводства многих растений [7; 14; 15; 16; 18]. Это происходит в результате их прямой гибели у осветительных ламп и прожекторов, поедания хищными птицами, постепенного смещения местообитаний на менее освещённые участки. Энтомологических исследований такого плана на территории заказника пока не проводилось, однако при рекогносцировочных экологических исследованиях ГБОУ «Воробьёвы горы» было отмечено присутствие на территории заказника активной в ночное время голубой ленточницы (*Catocala fraxini*), занесённой в Красную книгу Москвы – виду, которому, к примеру, может угрожать световое загрязнение¹.

Растениям нужен свет как источник энергии для формирования биомассы, но одновременно они нуждаются в темноте для регенерации и роста. В эксперименте, проведённом в Германии, изучалось влияние освещённости различной интенсивности, имитирующей лунный свет и уличное освещение, на представителей злаков (*Bromus hordeaceus*), бобовых (*Trifolium repens*) и разнотравья (*Plantago lanceolata*) и было установлено уменьшение биомассы в момент созревания растений на 33% на участках с уровнем освещённости 30,3 лк по сравнению с контрольными при уровне освещённости, соответствующему лунному свету (0,0014 лк). При этом коэффициент разнообразия Шэннона снизился до 43%, при выровненности (отношения наблюдаемого разнообразия к максимальному) – на 34% [9].

Световое загрязнение способно влиять на фенологию, изменяя восприятие растениями продолжительности светового дня и нарушая их циркадные ритмы. Проведённые нами наблюдения показали, например, что ветреница лютиковая и воронец колосистый на участке с избыточным освещением зацвели раньше (4С), чем на соседнем фоновом (4Ф). Подобные выводы были сделаны [8] в эксперименте, установившем, что световое загрязнение ускорило начало бутонизации, цветения, плодоношения и созревания семян на 3–6 дней у эльсгользии густоцветковой (*Elsholtzia densa*) на луговых тестовых участках при уровне освещённости $21,15 \pm 0,30$ лк.

Световое загрязнение влияет на сезонную ритмику лесных древесных видов, что подтверждается экспериментальными данными [9; 13; 17]. Наши исследования потоков солнечной энергии и энергии искусственного освещения на территории заказника в период распускания почек деревьев и начала осеннего листопада показали, что вышеперечисленные значения притока добавленной энергии светового потока в конце апреля (распускание почек) и в начале октября (задержка листопада) могут являться триггерными для ускорения «запуска» рассматриваемых фенологических процессов [2].

Для определения аналогичных показателей суточного ритма мы рассмотрели время вечерних сумерек в указанные периоды. В этот «перестроенный» период наиболее выражены изменения ритмов живой природы, которые зависят от освещённости. Было установлено, что добавленная энергия светового потока увеличивает его на 26% в весенний период и на 68%

¹ Краснокнижная бабочка замечена на территории Московского дворца пионеров // Воробьёвы горы: [сайт]. URL: <https://vg.mskobr.ru/edu-news/40036> (дата обращения: 22.05.2024).

в осенний период, что, вероятно, является толчком для запуска циркадных ритмов биоты [2].

Выявленные различия тестовых участков различной степени освещённости

Видовой состав травяных растений демонстрирует их предпочтения к местообитаниям различной степени освещённости. Это позволило нам отобрать виды-маркеры (виды, особенно чувствительные к режиму освещённости) для последующего мониторинга, при этом исключив те из них, которые толерантны к уровню освещённости. Заметим, что «идеальные» загрязнённые и фоновые площадки встречаются нечасто, что связано с особенностями ландшафтной дифференциации территории и её интенсивным рекреационным использованием. Для дальнейшего мониторинга отобраны наиболее характерные для заказника виды – маркеры освещённости, которые на площадках, испытывающих световое загрязнение, характеризовались обилием, хорошим развитием вегетатив-

ных органов, более ранним цветением, чем аналогичные виды, если они встречались и на фоновых площадках.

На фоновых площадках наиболее часто фиксировались недотрога мелкоцветковая, подмаренник промежуточный, пролесник многолетний, гравилат городской, живучка ползучая, медуница неясная, мятлик лесной, осока лесная, ожика волосистая и др.

На площадках со световым загрязнением отмечены копытень европейский, чистяк весенний, ветреница дубравная, купена многоцветковая, барвинок малый, щитовник мужской, золотарник обыкновенный и др. (рис. 4).

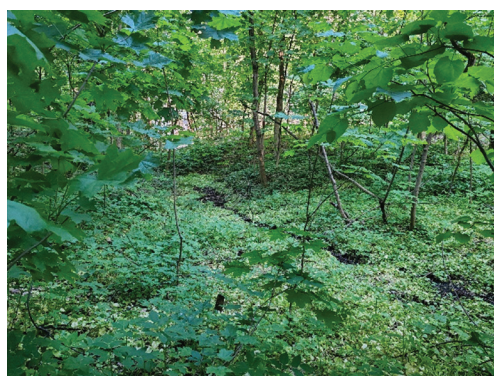
Продолжение наблюдений позволит уточнить перечень видов-маркеров светового загрязнения.

Заключение

Проведённое исследование показало, что воздействие светового загрязнения на естественный растительный покров влияет на его структуру, физиологические процессы в растениях, а также на ритмику их развития, что связано с поступлением добавленной



Точка 3С



Точка 3Ф

Рис. 4 / Fig. 4. Пример освещённой (слева) и фоновой (справа) точки 3 / Example of an illuminated (on the left) and background (on the right) test site 3.

Источник: фото Льякьянова Л. Е.

энергии светового и теплового потоков от многочисленных источников искусственного освещения. Это может быть связано с установленным нами ранее приростом суммарной световой энергии из-за светового воздействия ландшафтного освещения, когда количество энергии увеличивается на 6,4% в начале вегетационного периода и на 34,1% в конце вегетационного периода.

Реакция растительного покрова на искусственное освещение проявляется в сокращении/исчезновении тенелюбивых травянистых видов, более раннем цветении светолюбивых видов, которые могут быть использованы как маркеры светового загрязнения парковых территорий. При первичной оценке изменения видового состава травянистых растений было обнаружено, что для тестовых площадок в зоне светового загрязнения такими маркерами могут быть *Ficaria verna*, *Campanula sp.*,

Vicia sylvatica, *Anemone ranunculoides* и др., однако перечень должен быть уточнён в ходе регулярных наблюдений.

Высказанное предположение о влиянии триггерных значениях добавленной световой энергии на суточную и сезонную ритмику деревьев в дальнейшем также может быть подтверждено фенологическими мониторинговыми наблюдениями.

Изменение видового состава растительного покрова в результате светового загрязнения на территории ООПТ запускает механизмы других внутриландшафтных изменений, что может привести к утрате территорией природоохранного статуса. Меры противодействия этому процессу требуют новых институциональных, технических и планировочных решений, основанных на результатах комплексных мониторинговых исследований реакции геосистем на световое загрязнение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга города Москвы / под ред. Н. А. Соболева. М., 2022. 848 с.
2. Красовская Т. М., Лукьянов Л. Е. Антропогенные триггеры ритмики ландшафтов // Материалы I Белорусского географического конгресса. Т. 5 / под ред. Е. Г. Кольмаковой. Минск: БГУ, 2024. С. 174–178.
3. Лукашов А. А. Геолого-геоморфологическое строение и морфодинамика Воробьёвых гор (г. Москва) // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2008. № 5. С. 68–73.
4. Лукьянов Л. Е. Методика изучения светового загрязнения в городских ООПТ // Антропогенная трансформация геопространства: меняющийся мир – штрихи к портрету: мат-лы конф. / отв. ред. Е. А. Иванцова. Волгоград: ВГУ, 2024. С. 46–50.
5. Светодиодное освещение при выращивании овощных культур / С. Д. Малахова, М. В. Тютюнькова, З. С. Федорова, Е. В. Демьяненко // Проблемы региональной экологии. 2019. № 5. С. 29–33. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-17029
6. Смашевский Н. Д. Экология фотосинтеза // Астраханский вестник экологического образования. 2014. № 2. С. 165–180.
7. Anderson M., Rotheray E. L., Mathews F. Marvellous moths! pollen deposition rate of bramble (*Rubus futicosus* L. agg.) is greater at night than day // PLoS ONE. 2023. № 18. DOI: 10.1371/journal.pone.0281810
8. Artificial light at night advances reproductive phenology and reduces reproductive capacity of a wild plant / S. Wang, Z. Wang, L. Xiao, H. Zhang, Y. Liu // bioRxiv. 2022. Iss. 280. P. 1–27. DOI: 10.1101/2022.12.11.519667

9. Artificial light at night decreases plant diversity and performance in experimental grassland communities / S. F. Bucher, L. Uhde, A. Weigelt, S. Cesarz, N. Eisenhauer, A. Gebler, C. Kyba, et al. // *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B. Biological sciences*. 2023. № 378. DOI: 10.1098/rstb.2022.0358
10. Bani A. S., Fraser K. C. The influence of different light wavelengths of anthropogenic light at night on nestling development and the timing of post-fledge movements in a migratory songbird // *Frontier in Ecology and Evolution*. 2021. № 9. DOI: 10.3389/fevo.2021.735112
11. Brayley O., How M. J., Wakefield A. The Biological Effects of Light Pollution on Terrestrial and Marine Organisms // *International Journal of Sustainable Lighting*. 2022. № 24. P. 13–38. DOI: 10.26607/ijsl.v24i1.121
12. Citizen scientists report global rapid reductions in the visibility of stars from 2011 to 2022 / C. Kyba, Y. Ö. Altıntaş, C. E. Walker, M. Newhouse // *Science*. 2020. № 379. P. 265–268. DOI: 10.1126/science.abq7781
13. Effects of light pollution on tree phenology in the urban environment / J. Škvareninová, M. Tuhárska, J. Skvarenina, D. Babalova, L. Slobodniková, B. Slobodník, H. Štředová, et al. // *Moravian Geographical Reports*. 2017. № 25. P. 282–290. DOI: 10.1515/mgr-2017-0024
14. Light pollution is driver of insect declines / C. S. Avalon, C. Precillia, D. Joanna, F. Bridgette, K. P. Elizabeth, S. Brett // *Biological Conservation*. 2020. № 241. P. 1–9. DOI: 10.2139/ssrn.3378835
15. Pollination by nocturnal Lepidoptera, and the effects of light pollution: a review / C. J. Macgregor, M. J. Pocock, R. Fox, D. Evans // *Ecological Entomology*. 2014. № 40. P. 187–198. DOI: 10.1111/een.12174
16. Padhiyar D. H., Chaudhary D. V., Thakar P. K. Impact of Light Pollution on Insects // *Agriculture & Food: E-Newsletter*. 2023. Vol. 5. Iss. 2. P. 15–17.
17. The Matthew effect: Common species become more common and rare ones become more rare in response to artificial light at night / Y. Liu, B. Speiße, E. Knop, M. van Kleunen // *Global Change Biology*. 2022. № 28. P. 1–9. DOI: 10.1111/gcb.16126
18. Wonderlin N. E., Rumpfelt K., White P. J. T. Associations between nocturnal moths and flowers in urban gardens: evidence from pollen on moths // *Journal of the Lepidopterists' Society*. 2019. № 73. P. 173–176. DOI: 10.18473/lepi.73i3.a6

REFERENCES

1. Sobolev N. A., ed. *Krasnaya kniga goroda Moskvyy* [The Red Book of the City of Moscow]. Moscow, 2022. 848 p.
2. Krasovskaya T. M., Lukyanov L. E. [Anthropogenic triggers of landscape rhythms]. In: Kolmakova E. G., ed. *Materialy I Belorusskogo geograficheskogo kongressa. T. 5* [Proceedings of the 1st Belarusian Geographical Congress. Vol. 5] Minsk, BSU Publ., 2024, pp. 174–178.
3. Lukashov A. A. [Geological and geomorphological structure and morphodynamics of the Sparrow Hills (Moscow)]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography], 2008, no. 5, pp. 68–73.
4. Lukyanov L. E. [Methodology for studying light pollution in urban protected areas]. In: Ivansova E. A., ed. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: menyayushchiysya mir – shtrikhi k portretu* [Anthropogenic transformation of geospace: a changing world – strokes to a portrait]. Volgograd, VSU Publ., 2024, pp. 46–50.
5. Malakhova S. D., Tyutyunkova M. V., Fedorova Z. S., Demyanenko E. V. [LED lighting in growing vegetable crops]. In: [Problems of regional ecology], 2019, no. 5, pp. 29–33. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-17029
6. Smashevsky N. D. [Ecology of photosynthesis]. In: *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya* [Astrakhan Bulletin of Environmental Education], 2014, no. 2, pp. 165–180.

7. Anderson M., Rotheray E. L., Mathews F. Marvellous moths! pollen deposition rate of bramble (*Rubus fruticosus* L. agg.) is greater at night than day // *PLoS ONE*. 2023. № 18. DOI: 10.1371/journal.pone.0281810
8. Wang S., Wang Z., Xiao L., Zhang H., Liu Y. Artificial light at night advances reproductive phenology and reduces reproductive capacity of a wild plant. In: *bioRxiv*, 2022, iss. 280, pp. 1–27. DOI: 10.1101/2022.12.11.519667
9. Bucher S. F., Uhde L., Weigelt A., Cesarz S., Eisenhauer N., Gebler A., Kyba C., et al. Artificial light at night decreases plant diversity and performance in experimental grassland communities. In: *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B. Biological sciences*, 2023, no. 378. DOI: 10.1098/rstb.2022.0358
10. Bani A. S., Fraser K. C. The influence of different light wavelengths of anthropogenic light at night on nestling development and the timing of post-fledge movements in a migratory songbird. In: *Frontier in Ecology and Evolution*, 2021, no. 9. DOI: 10.3389/fevo.2021.735112
11. Brayley O., How M. J., Wakefield A. The Biological Effects of Light Pollution on Terrestrial and Marine Organisms. In: *International Journal of Sustainable Lighting*, 2022, no. 24, pp. 13–38. DOI: 10.26607/ijsl.v24i1.121
12. Kyba C., Altıntaş Y. Ö., Walker C. E., Newhouse M. Citizen scientists report global rapid reductions in the visibility of stars from 2011 to 2022. In: *Science*, 2020, no. 379, pp. 265–268. DOI: 10.1126/science.abq7781
13. Škvareninová J., Tuhárska M., Skvarenina J., Babalova D., Slobodniková L., Slobodník B., Středová H., et al. Effects of light pollution on tree phenology in the urban environment. In: *Moravian Geographical Reports*, 2017, no. 25, pp. 282–290. DOI: 10.1515/mgr-2017-0024
14. Avalon C. S., Precillia C., Joanna D., Bridgette F., Elizabeth K. P., Brett S. Light pollution is driver of insect declines. In: *Biological Conservation*, 2020, no. 241, pp. 1–9. DOI: 10.2139/ssrn.3378835
15. Macgregor C. J., Pocock M. J., Fox R., Evans D. Pollination by nocturnal Lepidoptera, and the effects of light pollution: a review. In: *Ecological Entomology*, 2014, no. 40, pp. 187–198. DOI: 10.1111/een.12174
16. Padhiyar D. H., Chaudhary D. V., Thakar P. K. Impact of Light Pollution on Insects. In: *Agriculture & Food: E-Newsletter*, 2023, vol. 5, iss. 2, pp. 15–17.
17. Liu Y., Speißer B., Knop E., Kleunen van M. The Matthew effect: Common species become more common and rare ones become more rare in response to artificial light at night. In: *Global Change Biology*, 2022, no. 28, pp. 1–9. DOI: 10.1111/gcb.16126
18. Wonderlin N. E., Rumpf K., White P. J. T. Associations between nocturnal moths and flowers in urban gardens: evidence from pollen on moths. In: *Journal of the Lepidopterists' Society*, 2019, no. 73, pp. 173–176. DOI: 10.18473/lepi.73i3.a6

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лукьянов Лев Евгеньевич – аспирант кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: lev.lykhanov@yandex.ru

Красовская Татьяна Михайловна – доктор географических наук, профессор кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: krasovsktex@yandex.ru

Емельянова Людмила Георгиевна – кандидат географических наук, доцент кафедры биогеографии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: biosever@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lev E. Lukianov – Postgraduate student, Department of World Physical Geography and Geoecology, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: lev.lykyanov@yandex.ru

Tatiana M. Krasovskaya – Dr. Sci. (Geography), Prof., Department of World Physical Geography and Geoecology, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: krasovsktex@yandex.ru

Lyudmila G. Emelyanova – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Biogeography, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: biosever@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Лукьянов Л. Е., Красовская Т. М., Емельянова Л. Г. Геоботанический мониторинг светового загрязнения в городском ООПТ (на примере природного заказника «Воробьёвы горы» г. Москвы) // Географическая среда и живые системы. 2024. № 3. С. 47–61.
DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-47-61

FOR CITATION

Lukianov L. E., Krasovskaya T. M., Emelyanova L. G. Geobotanical monitoring of light pollution in urban nature protected areas (the case study of the Vorobyovy gory nature reserve in Moscow). In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2024, no. 3, pp. 47–61.
DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-47-61

Краткое сообщение

УДК 504.064.2.001.18: 504.054

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-62-79

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГАЗОЭМИССИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПОЛИГОНАХ ТКО

Ашихмина Т. В.¹, Жидова М. В.², Котов Д. В.³

¹ Воронежский государственный технический университет
394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84, Российская Федерация
e-mail: tv_ashikhmina@bk.ru; ORCID: 0000-0002-2451-2321

² АО Концерн «Созвездие»
394018, г. Воронеж, ул. Плехановская, д. 14, Российская Федерация
e-mail: zhidovamargarita@gmail.com; ORCID: 0009-0002-8161-0531

³ АО Концерн «Созвездие»
394018, г. Воронеж, ул. Плехановская, д. 14, Российская Федерация
e-mail: kotoff34@mail.ru; ORCID: 0009-0008-5685-5039

Поступила в редакцию 12.06.2024

После доработки 19.08.2024

Принята к публикации 05.09.2024

Аннотация

Цель. Разработка программных продуктов для моделирования и прогнозирования газовых эмиссий на разных этапах жизненного цикла полигонов ТКО, а также при горении отходов.

Процедура и методы. В ходе работы использованы: системный подход к моделированию процессов взаимодействия объектов размещения отходов с окружающей средой, расчёт и моделирование газоземиссионных процессов на основе существующих методик, информационные технологии программирования алгоритмов расчётов заданных газоземиссионных параметров с получением программного продукта.

Результаты. Применение информационных технологий на базе известных методик позволило разработать удобные программы для экспрессной оценки и прогнозирования газоземиссионных процессов на полигонах ТКО с графической и географической визуализацией результатов.

Теоретическая и/или практическая значимость. Разработанные программные продукты способствуют решению актуальной задачи оценки и прогноза штатных и аварийных газоземиссионных процессов на объектах размещения твёрдых коммунальных отходов. Представленные в статье программы позволяют оптимизировать применение известных методик расчётов выбросов загрязняющих веществ при эксплуатации объектов, а также при горении отходов.

Ключевые слова: моделирование и прогнозирование эмиссии биогаза, горение отходов, программные продукты

Short communications

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR ESTIMATION AND FORECASTING OF GAS EMISSION PROCESSES AT LANDFILLS

T. Ashikhmina¹, M. Zhidova², D. Kotov³

¹ Voronezh State Technical University

ul. 20-letiya Oktyabrya, Voronezh 394006, Russian Federation

e-mail: tv_ashikhmina@bk.ru; ORCID: 0000-0002-2451-2321

² JSC Concern "Constellation"

ul. Plekhanovskaya 14, Voronezh 394018, Russian Federation

e-mail: zhidovamargarita@gmail.com; ORCID: 0009-0002-8161-0531

³ JSC Concern "Constellation"

ul. Plekhanovskaya 14, Voronezh 394018, Russian Federation

e-mail: kotoff34@mail.ru; ORCID: 0009-0008-5685-5039

Received 12.06.2024

Revised 19.08.2024

Accepted 05.09.2024

Abstract

Aim. Development of software products for modeling and forecasting gas emissions at different stages of the life cycle of municipal solid waste landfills, as well as during waste combustion.

Methodology. The work uses: a systematic approach to modeling the processes of interaction of waste disposal facilities with the environment, calculation and modeling of gas emission processes based on existing methods, information technologies for programming algorithms for calculating specified gas emission parameters with the receipt of a software product.

Results. The use of information technologies based on known methods made it possible to develop convenient programs for express assessment and forecasting of gas emission processes at municipal solid waste landfills with graphical and geographical visualization of the results.

Research implications. The developed software products contribute to solving the urgent problem of assessing and forecasting routine and emergency gas emission processes at municipal solid waste disposal facilities. The programs presented in the article allow optimizing the application of known methods for calculating pollutant emissions during the operation of facilities, as well as during waste combustion.

Keywords: biogas emission modeling and forecasting, waste combustion, software products

Введение

Проблематика обращения с отходами приобретает всё большую актуальность и включает различные аспекты. Экологические проблемы в этой сфере обусловлены, прежде всего, размещением отходов в окружающей среде, которое происходит в течение дли-

тельного времени, как на специализированных объектах, так и бесконтрольно [5; 7; 12; 17].

Ключевым направлением реформы в сфере обращения с отходами, осуществляющейся в нашей стране, является максимальное вовлечение отходов в производственные процессы

с целью снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду посредством:

- минимизации объёмов поступления отходов в окружающую среду [15];
- сокращения потребления природных ресурсов, в т. ч. энергетических [1];
- использования энергетического потенциала отходов для разработки возобновляемых и экологически безопасных источников энергии [10; 11].

Тем не менее к настоящему времени накоплено значительное количество объектов размещения твёрдых коммунальных отходов (ТКО), являющихся источником существенной антропогенной нагрузки на окружающую среду [2; 16; 18]. Так, газоэмиссионные процессы ОРО¹ оказывают воздействие на качественный и количественный состав воздушного компонента окружающей среды [6; 9]. В частности, в атмосферу поступает значительное количество биогаза, а также продуктов горения отходов, которое часто возникает в пожароопасный период года [4; 8; 14].

Первоначальным этапом деятельности по снижению нагрузки на атмосферу от ОРО является моделирование и прогнозирование газоэмиссионных процессов различной природы на основе имеющейся методологической базы. Применение современных информационных технологий в этой сфере позволяет ускорить получение и визуализировать результаты моделирования и прогнозирования для принятия оптимальных природоохранных решений.

Целью исследования является разработка программных продуктов, позволяющих:

- осуществлять прогнозирование и графическую иллюстрацию динамики и объёмов выбросов биогаза на ОРО;
- осуществлять расчёт глубины и картографически визуализировать зону потенциально возможного токсического задымления в случае горения отходов на ОРО.

Задачи:

1. проанализировать существующие методики оценки газовых выбросов от объектов размещения отходов на предмет удобства их использования для прогнозирования динамики и масштабов газоэмиссионных процессов ОРО;
2. проанализировать существующие методики оценки выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при горении отходов на объектах их размещения на предмет возможности их использования для прогнозирования зоны токсического задымления;
3. разработать компьютерную программу для моделирования объёмов и динамики газоэмиссионных процессов на полигонах ТКО;
4. разработать программу, позволяющую рассчитать и смоделировать в пространстве потенциально возможную область токсического задымления при горении ТКО на полигонах;
5. разработать рекомендации по практическому применению созданных программных обеспечений, а также рассмотреть направления их дальнейшей модификации.

¹ ОРО – объекты размещения отходов.

Разработка программного обеспечения для оценки газоэмиссионных процессов на объектах размещения отходов

Рассмотрим существующие в настоящее время методики расчётов и оценки газоэмиссионных процессов на ОРО (табл. 1).

Представленные методики были адаптированы для моделирования процессов воздействия системы «полигон ТКО – окружающая среда» на воздушную среду [3]. Однако использование приведённых методик предполагает проведение громоздких многоступенчатых расчётов и получение числовых значений, требующих дальнейшего анализа и обработки, что затрудняет их применение для опера-

тивной оценки и прогнозирования ситуации с газовыми эмиссиями на ОРО.

В связи с этим были разработаны программы для ЭВМ, позволяющие не только рассчитать динамику и параметры газовых выбросов, но и визуализировать результаты расчётов:

– программа для моделирования объёмов и динамики газоэмиссионных процессов на полигонах твёрдых коммунальных отходов (ТКО)¹;

¹ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024684907 Российская Федерация. Программа для моделирования объёмов и динамики газоэмиссионных процессов на полигонах твердых коммунальных отходов: № 2024683528: заявл. 10.10.2024; опубл. 22.10.2024 / Т. В. Ашихмина, М. В. Жидова, Д. В. Котов.

Таблица 1 / Table 1

Сравнительный анализ методик оценки газоэмиссионных процессов на объектах размещения отходов / Comparative analysis of methods for assessing gas emission processes at waste disposal facilities

Название методики	Назначение и объекты применения методики	Содержание методики	Представление результатов
Методика расчёта количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твёрдых бытовых и промышленных отходов	Методика предназначена для использования при проведении инвентаризации выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и разработке проектов нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов для полигонов твёрдых бытовых и промышленных отходов (ТБО и ПО), контроле за соблюдением установленных нормативов ПДВ (ВСВ) и при оценке выбросов от полигонов ТБО и ПО в проектной и проектной документации на размещение новых и расширение существующих объектов	Методика содержит примерный морфологический состав и основные характеристики отходов, вывозимых на полигоны; поэтапную временную характеристику процессов, происходящих в толще отходов, захороненных на полигонах; способы определения количественного и качественного состава выделяемого полигонами биогаза; методы расчёта удельных и валовых выбросов образующегося биогаза в целом и по компонентам	Числовые значения рассчитанных параметров

Окончание табл. 1

Рекомендации по расчёту образования биогаза и выбору систем дегазации полигонов захоронения твёрдых бытовых отходов	Методика позволяет рассчитать метановый потенциал для каждой фракции отходов, полный потенциал генерации метана, скорость образования и объём метана. Также в методике содержатся рекомендации по выбору систем дегазации полигонов ТКО, рекомендации по проведению мониторинга биогаза на закрытых полигонах	Методика расчёта базируется на модели процесса анаэробной деструкции целлюлозосодержащих отходов. Исходными данными для расчёта являются: морфологический состав биоразлагаемой части ТБО; зольность отходов, А, начальная влажность ТБО	Числовые значения рассчитанных параметров
Временные рекомендации по расчёту выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твёрдых бытовых отходов и размера предъявляемого иска за загрязнение атмосферного воздуха	Рекомендации предназначены для территориальных органов Минэкологии России. Позволяют рассчитать количество вредных веществ, образовавшихся в результате сгорания отходов на полигонах ТКО, а также размер платы за выбросы этих веществ	Сгорание твёрдых бытовых отходов (ТБО) рассматривается как аварийный выброс загрязняющих веществ в атмосферу. Исходными данными для расчёта этого выброса являются: расположение объекта, объём сгоревших отходов, плотность отходов на полигоне. Количественные параметры выбросов по компонентам определяются на основе удельных выбросов, представленных в методике	Числовые значения рассчитанных параметров
Методика расчёта выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твёрдых бытовых отходов	Методика расчёта разработана на основании Временных рекомендаций по расчёту выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твёрдых бытовых отходов и размера предъявляемого иска за загрязнение атмосферного воздуха, утверждённых Министерством экологии и природных ресурсов Российской Федерации 02.11.1992, и Заключения по результатам расчётно-экспертных оценок образования загрязняющих веществ при свободном горении ТКО» (н. з. 0120514), ОАО «ВТИ». М., 2020. Настоящая методика устанавливает алгоритм расчёта выбросов вредных (загрязняющих) веществ, поступивших в атмосферный воздух в результате сгорания твёрдых коммунальных отходов на объектах их размещения, по удельным показателям выбросов вредных (загрязняющих) веществ	Содержание методики в части расчётов количеств загрязняющих веществ, выбрасываемых в воздух при горении отходов на полигоне ТКО, аналогично Временным рекомендациям... Расчёт размера платы за выбросы этих веществ методикой не предусмотрены	Числовые значения рассчитанных параметров

Источник: составлено авторами на основе: Временные рекомендации по расчёту выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твёрдых бытовых отходов и размера предъявляемого иска за загрязнение атмосферного воздуха

[Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=15444> (дата обращения: 06.07.2024); Методика расчёта количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твёрдых бытовых и промышленных отходов / Н. Ф. Абрамов, Э. С. Санников, Н. В. Русаков, М. Б. Миляев, Р. Г. Халевин, А. В. Лифанов, Н. С. Буренин и др. М., 2004. 21 с.; Методика расчёта выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твёрдых бытовых отходов. М., 2020. 7 с.; Рекомендации по расчёту образования биогаза и выбору систем дегазации полигонов захоронения твёрдых бытовых отходов разработаны в соответствии с нормативными материалами по охране окружающей среды / Я. И. Вайсман, С. В. Максимова, И. С. Глушанкова, Г. М. Батракова, О. Я. Вайсман, В. Н. Коротаев, Л. В. Рудакова. М., 2003. 27 с.

– программа для расчёта и пространственного моделирования области токсического задымления при горении твёрдых коммунальных отходов на полигонах¹.

Программа для моделирования объёмов и динамики газоземиссионных процессов на полигонах ТКО предназначена для расчёта и графического отображения динамики объёмов биогаза, образующегося на протяжении жизненного цикла полигонов твёрдых коммунальных отходов (ТКО).

Область применения: прогнозирование продолжительности и объёма эмиссий биогаза на проектируемых, действующих и закрытых полигонах ТКО для оценки возможности сбора и утилизации биогаза, а также ретроспективное воспроизведение динамики и объёмов газовых эмиссий на закрытых и длительно эксплуатирующихся объектах за весь период их существования.

Разработанный программный продукт может применяться для объек-

тов, находящихся в любых природно-климатических условиях.

Программа разработана на основе методики расчёта количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твёрдых бытовых и промышленных отходов² и имеет следующий алгоритм:

1. загрузка и обработка значений среднесуточных температур атмосферного воздуха по данным ближайшей к полигону ТКО метеостанции за заданный период (в программе использованы данные ВНИИ гидрометеорологической информации [13]) (рис. 1);

1. загрузка исходных характеристик отходов на полигоне ТКО: процентное содержание органической составляющей, в т. ч. жироподобных, углеводородных, белковых веществ, фактическая влажность отходов, % (рис. 2);

2. указание временного периода эксплуатации исследуемого объекта, для которого необходимо произвести расчёт, и ежегодного количества завозимых отходов (рис. 3);

¹ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024666880 Российская Федерация. Программа для расчёта и пространственного моделирования области токсического задымления при горении твёрдых коммунальных отходов на полигонах: № 2024665424: заявл. 04.07.2024; опублик. 17.07.2024 / Т. В. Ашихмина, П. С. Купrienko, М. В. Жидова, А. В. Кидинова.

² Методика расчёта количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твёрдых бытовых и промышленных отходов / Н. Ф. Абрамов, Э. С. Санников, Н. В. Русаков, М. Б. Миляев, Р. Г. Халевин, А. В. Лифанов, Н. С. Буренин и др. М., 2004. 21 с.

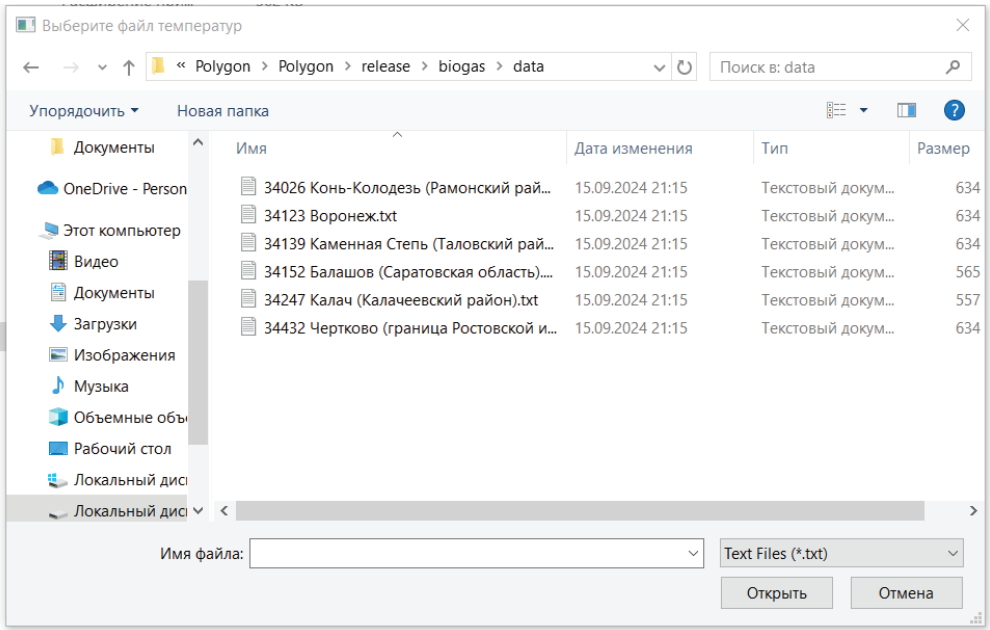


Рис. 1/ Fig. 1. Интерфейс базы метеорологических данных, заложенных в программе / The interface of the meteorological database embedded in the program

Источник: составлено авторами

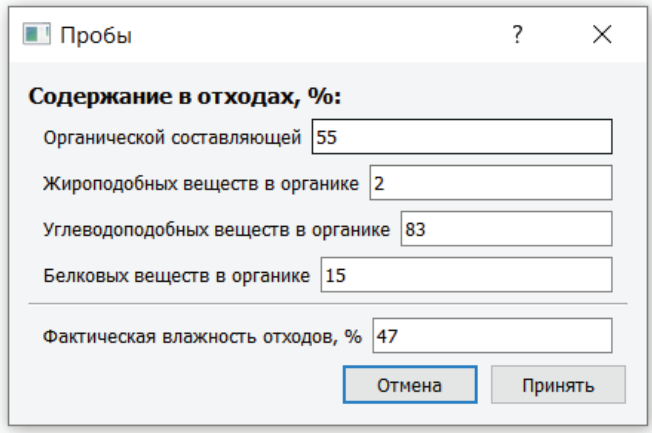
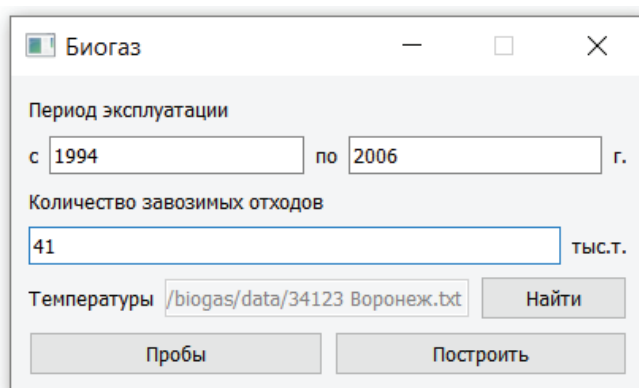


Рис. 2/ Fig. 2. Окно загрузки характеристик отходов / The window for loading waste characteristics

Источник: составлено авторами



Биогаз

Период эксплуатации

с 1994 по 2006 г.

Количество завозимых отходов

41 тыс.т.

Температуры /biogas/data/34123 Воронеж.txt

Найти

Пробы

Построить

Рис. 3/ Fig. 3. Окно загрузки данных для последующего расчёта / Data download window for subsequent calculation

Источник: составлено авторами

4. расчёт и графическое построение динамики накопления отходов и эмиссии биогаза за заданный расчётный период (рис. 4–5).

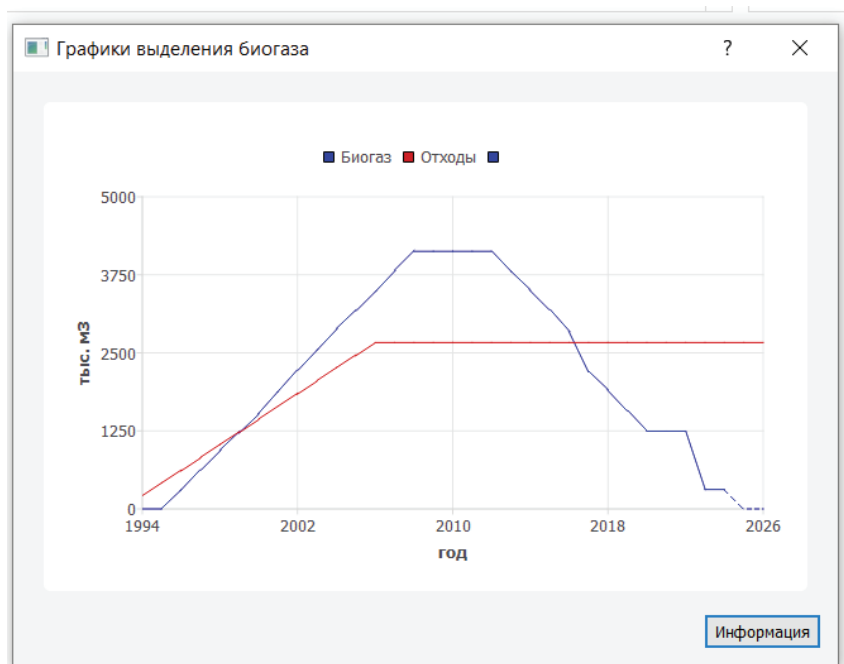


Рис. 4 / Fig. 4. Графическое отображение результатов расчёта / Graphical display of calculation results

Источник: составлено авторами

Dialog

Q 0.170236

	Год	Период сбраживания, лет	Биогаз, м3	Отходы, м3
1	1994	19	0	205
2	1995	17	0	410
3	1996	18	294.458	615
4	1997	19	623.559	820
5	1998	19	934.376	1025
6	1999	16	1228.83	1230
7	2000	16	1523.29	1435
8	2001	17	1872.96	1640
9	2002	17	2222.63	1845
10	2003	19	2551.73	2050
11	2004	18	2880.83	2255
12	2005	17	3175.29	2460
13	2006	18	3486.11	2665
14	2007	0	3815.21	2665
15	2008	0	4126.02	2665
16	2009	0	4126.02	2665
17	2010	0	4126.02	2665
18	2011	0	4126.02	2665
19	2012	0	4126.02	2665
20	2013	0	3796.92	2665
21	2014	0	3502.47	2665
22	2015	0	3191.65	2665
23	2016	0	2841.98	2665
24	2017	0	2197.85	2665
25	2018	0	1903.39	2665
26	2019	0	1574.29	2665
27	2020	0	1245.19	2665
28	2021	0	1245.19	2665
29	2022	0	1245.19	2665
30	2023	0	310.817	2665
31	2024	0	310.817	2665
32	2025	0	0	2665
33	2026	0	0	2665

OK

Рис. 5/ Fig. 5. Числовые значения параметров формирования биогаза / Numerical values of biogas formation parameters

Источник: составлено авторами

Применение программы для эксплуатирующегося ОРО позволит прогнозировать объёмы и период образования биогаза с учётом дальнейшего использования или закрытия объекта, разработать соответствующую систему мониторинга атмосферного воздуха, оценить целесообразность утилизации биогаза.

Применение программы для ретроспективного моделирования газоэмис-

сионных процессов на закрытом полигоне ТКО позволит оценить прошлый экологический ущерб атмосфере.

Применение программы на этапе проектирования объекта размещения отходов позволяет прогнозировать объёмы и временной период эмиссии биогаза на основе предполагаемого срока эксплуатации и производственной мощности объекта (рис. 6–8).

Рис. 6 / Fig. 6. Исходные данные для прогнозирования выхода биогаза / Initial data for forecasting biogas output

Источник: составлено авторами



Рис. 7 / Fig. 7. Графическое отображение результатов прогнозирования выхода биогаза / Graphical display of the biogas output forecasting results

Источник: составлено авторами

Dialog

Q 0.170236

	Год	Период сбраживания, лет	Биогаз, м3	Отходы, м3
1	2025	17	0	205
2	2026	17	0	410
3	2027	17	329.1	615
4	2028	17	658.201	820
5	2029	17	987.301	1025
6	2030	17	1316.4	1230
7	2031	17	1645.5	1435
8	2032	17	1974.6	1640
9	2033	17	2303.7	1845
10	2034	17	2632.8	2050
11	2035	17	2961.9	2255
12	2036	17	3291	2460
13	2037	17	3620.1	2665
14	2038	17	3949.2	2870
15	2039	0	4278.3	2870
16	2040	0	4607.41	2870
17	2041	0	4607.41	2870
18	2042	0	4607.41	2870
19	2043	0	4278.3	2870
20	2044	0	3949.2	2870
21	2045	0	3620.1	2870
22	2046	0	3291	2870
23	2047	0	2961.9	2870
24	2048	0	2632.8	2870
25	2049	0	2303.7	2870
26	2050	0	1974.6	2870
27	2051	0	1645.5	2870
28	2052	0	1316.4	2870
29	2053	0	987.301	2870
30	2054	0	658.201	2870
31	2055	0	329.1	2870
32	2056	0	0	2870
33	2057	0	0	2870
34	2058	0	0	2870

OK

Рис. 8 / Fig. 8. Числовые значения прогнозируемых параметров формирования биогаза / Numerical values of the predicted parameters of biogas formation

Источник: составлено авторами

Представленный прогноз является отправной точкой для формирования системы энергоэффективной утилизации образующегося биогаза.

Программа для расчёта и пространственного моделирования области токсического задымления при горении ТКО на полигонах предназначена для расчёта и визуализации зоны токсического задымления при горении твёрдых коммунальных отходов на полигонах.

Область применения: расчёт количества, а также расчёт параметров и визуализация пространственного распространения загрязняющих веществ, образующихся при горении отходов на полигонах.

Предлагаемый подход к моделированию и прогнозированию воздействия горения отходов на воздушную среду позволяет оценить количественные и пространственные масштабы этого процесса по некоторым компонентам дымовых газов, что актуально для разработки систем экологического мониторинга при пожарах на полигонах ТКО.

Программный продукт разработан для объектов, находящихся на территории Воронежской области.

Программа разработана на основе временных рекомендаций по расчёту выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах ТБО и размера предъявляемого иска за загрязнение атмосферного воздуха¹ и имеет следующий алгоритм:

¹ Временные рекомендации по расчёту выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твёрдых бытовых отходов и размера предъявляемого иска за загрязнение атмосферного воздуха [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=15444> (дата обращения: 06.07.2024).

1. из имеющейся в программе базы данных о полигонах ТКО в Воронежской области выбирается объект, отмеченный маркером, на котором необходимо провести моделирование (рис. 9);

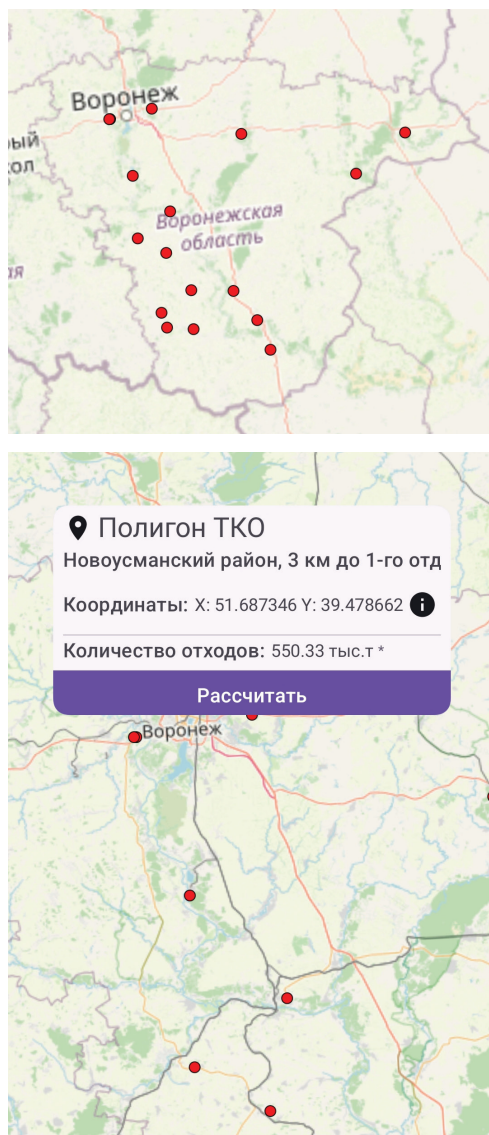


Рис. 9 / Fig. 9. Интерфейс базы данных о полигонах ТКО в Воронежской области, заложенной в программе / Interface of the database on MSW landfills in the Voronezh region included in the program

Источник: составлено авторами

2. вводятся (выбираются в программе) исходные параметры для расчёта: токсичное вещество, местность, время суток, облачность, скорость и направление ветра, процент сгоревших отходов, количество отходов, накопленных на полигоне (рис. 10);

3. производится расчёт и построение на карте потенциальной зоны распространения токсичных веществ (рис. 11).

Применение программы на этапе проектирования объекта размещения отходов позволяет проводить прогнозирование параметров зон токсического задымления с учётом преоблада-

ющих метеорологических параметров местности, разрабатывать программу экологического мониторинга при возникновении аварийной ситуации – горения отходов.

Применение программы в случае пожара на полигоне ТКО позволит оперативно прогнозировать распространение токсического задымления, проводить анализ риска загрязнения прилегающих, в т. ч. населённых, территорий, корректировать программу экологического мониторинга соответствующих объектов и территорий.

Заключение

Разработанные программные продукты способствуют решению актуальной задачи оценки и прогноза штатных и аварийных газоэмиссионных процессов на объектах размещения твёрдых коммунальных отходов. Представленные в статье программы позволяют оптимизировать применение известных методик расчётов выбросов загрязняющих веществ при эксплуатации объектов, а также при горении отходов.

Программа для моделирования объёмов и динамики газоэмиссионных процессов на полигонах ТКО позволяет спрогнозировать газовый потенциал для таких объектов на разных этапах жизненного цикла, а также на этапе проектирования, что, в свою очередь, предоставляет возможность оценить целесообразность энергетически эффективной утилизации биогаза. Посредством ретроспективного моделирования газоэмиссионных процессов с расчётами их количественных параметров возможно провести оценку экологического ущерба, причинённого в прошлый период эксплуатации объектов.

Ввод параметров

Токсичное вещество: Сернистый ангидрид

Местность: Степь (Сельхоз угодья)

Время суток: День

Облачность: Ясно (Переменная облачность)

Скорость ветра: 1.9 м/с

Направление ветра: СВ

Процент сгоревших отходов: 7.0 %

Количество отходов: 550.3 тыс.т

ОТМЕНА ОК

Рис. 10/ Fig. 10. Окно ввода данных для расчёта зоны токсического задымления / Data entry window for calculating the toxic smoke zone

Источник: составлено авторами

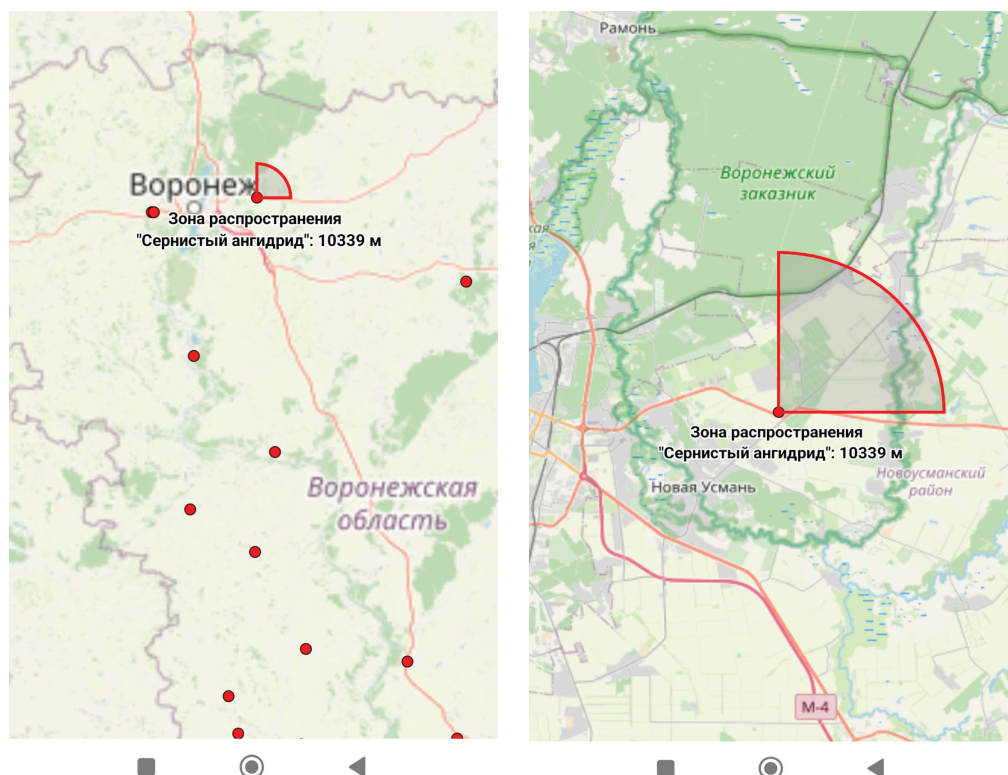


Рис. 11 / Fig. 11. Визуализация зоны токсичного дыма при сжигании отходов на полигоне ТКО Горенье / Visualization of the toxic smoke zone during the combustion of waste at the MSW landfill Gorenje

Источник: составлено авторами

Программа для расчёта и пространственного моделирования области токсического задымления при горении твёрдых коммунальных отходов на полигонах позволяет оперативно прогнозировать направление и глубину распространения продуктов горения отходов, корректировать параметры экологического мониторинга на объекте и прилегающих территориях, попадающих в зону токсического задымления,

а также предусмотреть меры по минимизации последствий таких ситуаций.

Дальнейшее направление исследований предполагает создание унифицированных программ для проведения расчётов, расширение перечня определяемых показателей, проработку вопросов оценки зоны воздействия газоэмиссионных процессов. Такие исследования позволят сделать расчёты более точными и информативными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ основных тенденций развития системы обращения с отходами в России: проблемы и перспективы / Ю. Жукова, С. Никулина, О. Яковлева, Е. Чериканова // Экология и промышленность России. 2020. № 24. С. 66–71.
2. Ашихмина Т. В. Геоэкологический мониторинг в управлении экологической безопасностью объектов размещения твёрдых коммунальных отходов (ТКО) // Успехи современного естествознания. 2022. № 11. С. 28–34. DOI: 10.17513/use.37924
3. Ашихмина Т. В. Моделирование влияния объектов размещения отходов на воздушную среду (на примере полигонов ТКО Воронежской области) // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 59–79. DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-59-7
4. Ашихмина Т. В., Жидова М. В. Мониторинг пожарной опасности полигонов твёрдых коммунальных отходов (ТКО) с учётом геоэкологических и медико-экологических аспектов // Успехи современного естествознания. 2022. № 9. С. 21–27. DOI: 10.17513/use.37887
5. Ашихмина Т. В., Каверина Н. В., Куприенко П. С. Анализ негативных экологических последствий эксплуатации полигона твёрдых коммунальных отходов г. Воронежа на разных этапах его жизненного цикла // Региональные геосистемы. 2020. Т. 44. № 3. С. 343–358. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-3-343-358
6. Балакин В. А., Труфманова Е. П., Старых Ю. Ю. Газогеохимические исследования для целей рекультивации полигонов // Твёрдые бытовые отходы. 2017. № 9. С. 22–25.
7. Витковская С. Е. Захоронение твёрдых бытовых отходов как один из факторов антропогенного воздействия на глобальные циклы элементов в биосфере // Вестник Государственной полярной академии. 2010. № 10. С. 47–50.
8. Джамалова Г. А. Эмиссия токсичного и взрывоопасного биогаза полигонами твёрдых коммунальных отходов // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2013. № 22. С. 092–095.
9. Жажков В., Чусов А., Политаева Н. Исследование и оценка состава биогаза на полигоне ТКО и рекомендации по его использованию // Экология и промышленность России. 2021. № 25. С. 4–9. DOI: 10.18412/1816-0395-2021-5-4-9
10. Медведков А. А. Адаптация к климатическим изменениям: глобальный эколого-экономический тренд и его значение для России // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 4. С. 11–19. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-4-11-19
11. Медведков А. А., Полищук М. И., Никитин Б. В. Размещение новых производств по переработке отходов в регионе // Твёрдые бытовые отходы. 2020. № 12. С. 52–56.
12. Оценка воздействия объекта твёрдых коммунальных отходов на окружающую среду / Т. В. Олива, Ю. Б. Коновалова, Л. А. Манохина, Н. В. Андреева // Успехи современного естествознания. 2022. № 11. С. 66–72. DOI: 10.17513/use.37930
13. Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России / О. Н. Булыгина, В. М. Веселов, В. Н. Разуваев, Т. М. Александрова [Электронный ресурс]. URL: <https://aisori-m.meteo.ru> (дата обращения: 06.07.2024).
14. Патынская Е. И. Противопожарная безопасность на полигонах ТКО // Твёрдые бытовые отходы. 2024. № 3. С. 54–63.
15. Утилизация отходов в России: история и современность / Д. Г. Хаяров, Е. В. Сотникова, Н. С. Ступина, Т. Ю. Сычева, К. Д. Сычев, А. В. Федорова // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 9. С. 17. DOI: 10.23670/IRJ.2022.123.80
16. Шаповалов Д. А., Горин В. В., Королев Я. С. Экологические и санитарно-эпидемиологические последствия обращения с твёрдыми коммунальными отходами в

Московской области // Московский экономический журнал. 2019. № 7. С. 10. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-17025

17. Ashikhmina T. V., Kaverina N. V. The main aspects of the formation of a complex geochemical anomaly on the territory of the waste disposal facility // Scientific research of the SCO countries: synergy and integration. Beijing: Инфинити, 2022. P. 139–144.
18. Technogenic geochemical abnormalities in the soils and bottom sediments of Voronezh / N. V. Kaverina, S. A. Kurolap, P. M. Vinogradov, T. V. Dubovitskaya, N. N. Nazarenko, R. A. Kondaurov // Revista Ingenieria UC. 2021. Vol. 28. № 1. P. 83–96.

REFERENCES

1. Zhukova Yu., Nikulina S., Yakovleva O., Cherikanova E. [Analysis of the main trends in the development of the waste management system in Russia: problems and prospects] In: *Ekologiya i promyshlennost Rossii* [Ecology and industry of Russia], 2020, no. 24, pp. 66–71.
2. Ashikhmina T. V. [Geoecological monitoring in the management of environmental safety of municipal solid waste (MSW) disposal facilities]. In: *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in modern natural science], 2022, no. 11, pp. 28–34. DOI: 10.17513/use.37924
3. Ashikhmina T. V. [Modeling the impact of waste disposal facilities on the air environment (using MSW landfills in the Voronezh Region as an example)]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivyye sistemy* [Geographical environment and living systems], 2023, no. 3, pp. 59–79. DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-59-7
4. Ashikhmina T. V., Zhidova M. V. [Monitoring the fire hazard of municipal solid waste (MSW) landfills taking into account geoecological and medical-ecological aspects]. In: *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in modern natural science], 2022, no. 9, pp. 21–27. DOI: 10.17513/use.37887
5. Ashikhmina T. V., Kaverina N. V., Kuprienko P. S. [Analysis of the negative environmental consequences of operating a municipal solid waste landfill in Voronezh at different stages of its life cycle]. In: *Regionalnyye geosistemy* [Regional Geosystems], 2020, vol. 44, no. 3, pp. 343–358. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-3-343-358
6. Balakin V. A., Trufmanova E. P., Sarykh Yu. Yu. [Gas geochemical studies for the purposes of landfill reclamation]. In: *Tvordyye bytovyye otkhody* [Municipal solid waste], 2017, no. 9, pp. 22–25.
7. Vitkovskaya S. E. [Burial of municipal solid waste as one of the factors of anthropogenic impact on global cycles of elements in the biosphere]. In: *Vestnik Gosudarstvennoy polyarnoy akademii* [Bulletin of the State Polar Academy], 2010, no. 10, pp. 47–50.
8. Dzhamalova G. A. [Emission of toxic and explosive biogas by municipal solid waste landfills]. In: *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo instituta (tekhnicheskogo universiteta)* [Bulletin of the St. Petersburg State Technological Institute (Technical University)], 2013, no. 22, pp. 092–095.
9. Zhazhkov V., Chusov A., Politaeva N. [Study and assessment of the composition of biogas at a solid municipal waste landfill and recommendations for its use]. In: *Ekologiya i promyshlennost Rossii* [Ecology and Industry of Russia], 2021, no. 25, pp. 4–9. DOI: 10.18412/1816-0395-2021-5-4-9
10. Medvedkov A. A. [Adaptation to climate change: global ecological and economic trend and its significance for Russia]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye nauki* [Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural Sciences], 2018, no. 4, pp. 11–19. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-4-11-19
11. Medvedkov A. A., Polischuk M. I., Nikitin B. V. [Placement of new waste processing facilities in the region]. In: *Tvordyye bytovyye otkhody* [Municipal solid waste], 2020, no. 12, pp. 52–56.

12. Oliva T. V., Konovalova Yu. B., Manokhina L. A., Andreeva N. V. [Assessment of the impact of a municipal solid waste facility on the environment]. In: *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in modern natural science], 2022, no. 11, pp. 66–72. DOI: 10.17513/use.37930
13. Bulygina O. N., Veselov V. M., Razuvaev V. N., Aleksandrova T. M. [Description of the array of urgent data on the main meteorological parameters at stations in Russia]. Available at: <https://aisori-m.meteo.ru> (accessed: 06.07.2024).
14. Patynskaya E. I. [Fire safety at MSW landfills]. In: *Tvordyye bytovyye otkhody* [Municipal solid waste], 2024, no. 3, pp. 54–63.
15. Khayarov D. G., Sotnikova E. V., Stupina N. S., Sycheva T. Yu., Sychev K. D., Fedorova A. V. [Waste disposal in Russia: history and modernity] In: *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Scientific Research Journal], 2022, no. №9 (123), p. 17. DOI: 10.23670/IRJ.2022.123.80
16. Shapovalov D. A., Gorin V. V., Korolev Ya. S. [Environmental and sanitary-epidemiological consequences of solid municipal waste management in the Moscow region] In: *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal* [Moscow Economic Journal], 2019, no. 7, p. 10. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-17025
17. Ashikhmina T. V., Kaverina N. V. The main aspects of the formation of a complex geochemical anomaly on the territory of the waste disposal facility. In: *Scientific research of the SCO countries: synergy and integration*. Beijing, Инфинити, 2022, pp. 139–144.
18. Kaverina N. V., Kurolap S. A., Vinogradov P. M., Dubovitskaya T. V., Nazarenko N. N., Kondaurov R. A. Technogenic geochemical abnormalities in the soils and bottom sediments of Voronezh. In: *Revista Ingenieria UC*, 2021, vol. 28, no. 1, pp. 83–96.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ашихмина Татьяна Валентиновна – кандидат географических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности факультета инженерных систем и сооружений Воронежского государственного технического университета;
e-mail: tv_ashikhmina@bk.ru

Жидова Маргарита Валерьевна – программист АО Концерн «Созвездие»;
e-mail: zhidovamargarita@gmail.com

Котов Даниил Вячеславович – старший программист АО Концерн «Созвездие»;
e-mail: kotoff34@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatyana V. Ashikhmina – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Technosphere and Fire Safety, Faculty of Engineering Systems and Structures, Voronezh State Technical University;
e-mail: tv_ashikhmina@bk.ru

Margarita V. Zhidova – programmer, JSC Concern "Constellation";
e-mail: zhidovamargarita@gmail.com

Daniil V. Kotov – senior programmer, JSC Concern "Constellation";
e-mail: kotoff34@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Ашихмина Т. В., Жидова М. В., Котов Д. В. Применение информационных технологий для оценки и прогнозирования газоэмиссионных процессов на полигонах ТКО // Географическая среда и живые системы. 2024. № 3. С. 62–79.

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-62-79

FOR CITATION

Ashikhmina T. V., Zhidova M. V., Kotov D. V. Application of information technologies for assessment and forecasting of gas emission processes at MSW landfills. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2024, no. 3, pp. 62–79.

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-62-79

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ: ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ

Original Research Article

УДК 379.85

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-80-106

TOURISM DEVELOPMENT OF THE MEDITERRANEAN CITY OF MERSIN (TURKEY): LOCAL'S OPINION

S. Kondrateva

Institute of Economics of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences

Prospect Al. Nevskogo 50, Petrozavodsk 185030, Russian Federation

e-mail: svkorka@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8832-9182

Received 03.06.2024

Revised 21.08.2024

Accepted 05.09.2024

Abstract

Aim. This study seeks to identify both the opportunities and challenges for tourism development in the Mediterranean city of Mersin based on opinion of local residents.

Methodology. The study is based on data of two sociological surveys, various literature sources, and the author's own observations. The opinion of local residents is evaluated through two sociological surveys conducted among Turkish citizens and the Russian-speaking residents of the city of Mersin from December 18, 2022, to February 5, 2023, and from April 4, 2023, to July 16, 2023. The empirical data consists of 245 anonymous questionnaires: 143 were completed by Turkish citizens in Turkish, and 102 by Russian-speaking people in Russian.

Results. The findings indicate a generally positive view among locals regarding the prospects for tourism development in Mersin. Key potential benefits identified from tourism development include the creation of new jobs for locals (53.5% of respondents), enhancement of the city of Mersin's image (46.5%), and improvement of services available to both tourists and residents (46.5%). Despite this shared optimism, notable differences in opinions were observed between the Turkish citizens and the Russian-speaking community. The study revealed five main obstacles for tourism development in the city: infrastructural (underdeveloped tourism infrastructure), environmental (sea and beach pollution (especially with plastic); litter on the streets), economic (inflation; underinvestment of tourism; lack of a tourism development strategy), socio-cultural (language barrier, both Russian and English) aspects as well as legal challenges (changes in legislation, e.g., in requirements for getting a temporary residence permit for foreign citizens).

© CC BY Кондратьева С. В., 2024.

Research implications. The outcomes of this study offer valuable insights into the preferences of the Russian-speaking tourists and the factors impeding tourism growth in Mersin. These findings may assist in boosting both the inbound tourist flow and the local tourism market. Additionally, the results may be applicable to other tourist destinations aiming to enhance or maintain tourist traffic from Russian-speaking countries.

Keywords: tourism development, Mersin Province, Turkish citizens, Russian-speaking people, Russian tourist

Acknowledgements: The author thanks Dr. Ömer Biçer, Cand.Sci. (Philology) (Mersin University, School of Foreign Languages) for the translation of the sociological survey into Turkish as well as for the distribution of questionnaires among the Turkish citizens of the city of Mersin.

Научная статья

РАЗВИТИЕ ТУРИЗМА В СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМ ГОРОДЕ МЕРСИН (ТУРЦИЯ): МНЕНИЕ МЕСТНЫХ ЖИТЕЛЕЙ

Кондратьева С. В.

*Институт экономики Карельского научного центра Российской академии наук
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, д. 50, Российская Федерация
e-mail: svkorka@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8832-9182*

Поступила в редакцию 03.06.2024

После доработки 21.08.2024

Принята к публикации 05.09.2024

Аннотация

Цель. Выявить возможности и препятствия для развития туризма в средиземноморском г. Мерсин на основе мнения местных жителей.

Процедура и методы. Исследование базируется на данных 2 социологических опросов, литературных источниках и собственных наблюдениях автора. Опросы проведены среди турецких граждан и русскоязычных жителей г. Мерсин в период с 18 декабря 2022 г. по 5 февраля 2023 г. и с 4 апреля 2023 г. по 16 июля 2023 г. соответственно (на турецком и русском языках). Эмпирические данные представляют собой набор из 245 полностью заполненных анонимных анкет (143 – граждане Турции, 102 – русскоязычные жители города). Распределение респондентов по полу (среди граждан Турции 75,5% респондентов – мужчины, среди русскоязычных респондентов 80,4% – женщины) во многом отражает специфику двух государств. Распределение выбранных групп по возрасту схоже, с высокой долей населения 30–45 лет с позиции возможностей для изменения занятости и жизни. Половина русскоязычных респондентов прожила в г. Мерсин более 1,5 лет (53,9%), 18,6% – более 5 лет.

Результаты. Исследование выявило положительное восприятие местными жителями перспектив развития туризма: экономические выгоды, улучшение качества жизни и улучшение имиджа г. Мерсин. Несмотря на схожесть, выявлены существенные различия во мнениях. Русскоязычные респонденты более оптимистичны: развитие инфраструктуры для использования как туристами, так и местными жителями (разница в ответах 40,1%); развитие услуг, доступных как туристам, так и местным жителям (22,7%); сохранение,

воспроизводство и продвижение природного, культурного и исторического наследия региона (22,1%) и улучшение качества услуг (19,1%). Возможные негативные последствия роста турпотока, можно разделить на 2 группы: экономические и социокультурные. Среди первых – возможный «рост цен» (70% респондентов 2 групп) и конкуренция за ресурсы (29,4%); среди вторых – возможные изменения в образе жизни (25,3%) и потенциальные конфликты (24,5%). Существенна разница в восприятии факторов, способствующих туристской привлекательности г. Мерсин. Кроме средиземноморского фактора (климат и море, 85,3% респондентов двух групп), для русскоязычных респондентов ключевыми аттракциями являются свежие фрукты и овощи, музеи и достопримечательности, фестивали и отели «всё включено». Граждане Турции считают, что основными точками притяжения для русскоязычных туристов являются торговые центры, магазины, рестораны и кафе. Выявлена существенная разница в восприятии готовности г. Мерсин принимать русскоязычных туристов. На фоне почти равного разделения мнений среди граждан Турции относительно готовности и неготовности города принимать русскоязычных туристов (45,5% и 43,4%) показательно негативное мнение русскоязычных жителей (71,6%). Выявленные различия в восприятии имеют решающее значение при формировании стратегий развития туризма в г. Мерсин. Исследование выявило 5 основных препятствий развитию туризма: инфраструктурные (недостаток развитой туристской инфраструктуры), экологические (загрязнение моря и пляжей, особенно пластиком; мусор на улицах города), экономические (инфляция, недостаток инвестиций в сферу туризма, отсутствие стратегии развития туризма), социально-культурные (языковой барьер), а также правовые ограничения (изменения в законодательстве, например, условия получения временного вида на жительство для иностранных граждан).

Теоретическая и/или практическая значимость. Результаты дают представление о предпочтениях русскоязычных туристов, их мнении о туристских «изюминках» г. Мерсин (Средиземное море и его природные достопримечательности; культурные и исторические объекты, окружающие город; аутентичная «турецкая жизнь» и гостеприимство), а также о факторах, препятствующих развитию туризма. Результаты могут иметь более широкое значение для других туристских направлений, заинтересованных в поддержании или увеличении туристского потока из русскоязычных стран.

Ключевые слова: развитие туризма, провинция Мерсин, граждане Турции, русскоязычные жители, российские туристы

Благодарности: Автор выражает благодарность кандидату филологических наук Омэру Бичеру (Мерсинский университет, факультет иностранных языков, Турция) за перевод социологического опроса на турецкий язык, а также за распространение анкет среди турецких граждан г. Мерсин.

Introduction

Both the unique cultural and historical sites of Turkey (officially the Republic of Türkiye) with its rich history and the location between Southeastern Europe and Western Asia, as well as Mediterranean nature attract travelers from across the world. The Mediterranean city of Mersin

is a good example of destination influenced from both the West and the East. At the same time the city of Mersin is undeservedly missing from the list of the most popular destination in Turkey for international visitors [6, p. 158; 11, p. 150]. Is there potential for tourism development in Mersin? What challenges hinder the

city's tourism growth? Do opinions about tourism development differ between Turkish citizens and Russian-speaking residents of the city of Mersin? This article seeks to explore these questions through the insights of local residents.

The first part of the study examines local perceptions regarding tourism development among both Turkish citizens and Russian-speaking residents. The second section investigates the attitude of Turkish citizens towards the potential increase in Russian-speaking tourists in Mersin. The third section aims to uncover Mersin's hidden tourism potential by presenting the views of the Russian-speaking residents on the city's tourist highlights and the barriers to its development.

Materials and methods

The hypothesis of this study is that the unique tourist and recreational potential of the city of Mersin, located on the Mediterranean coast, is not fully utilized. This raises several research questions for discussion:

1. Does Mersin, as a Mediterranean city, have the potential for tourism development?
2. If residents hold a positive view towards tourism, what barriers might be impeding its growth in Mersin?
3. Are there differences in perspectives on tourism development between Turkish citizens and Russian-speaking residents of Mersin?

The study is based on data of two sociological surveys, literature sources, and the author's own observations. The locals' opinion is evaluated through two sociological surveys conducted among both Turkish citizens and Russian-speaking residents of the city of Mersin during December 18, 2022 – February 5, 2023 and

during April 4, 2023 – July 16, 2023 respectively. Thus, the empirical data used in this study is a set of 245 anonymous questionnaires that were conducted among the Turkish citizens in the Turkish (143) and among the Russian-speaking people living in Mersin in the Russian (102) languages. The questionnaire contained several sections with closed- and open-ended questions. Keeping in mind the focus on the increase in the number of Russian-speaking tourists to the city of Mersin, the Russian-speaking residents were additionally asked about tourist "highlight" of the city as well as hindrances to its tourism development. The median values are used in the study.

The age distributions of the selected groups were similar representing a high share of the active population of the city of Mersin from the perspective of opportunities for change in employment and life (Table 1).

Among the Turkish citizens 75.5% respondents were males and 24.5% were females; majority of the Russian-speaking respondents were female (80.4%). The distribution by gender largely reflects the specificity of the countries: Republic of Turkey and the Russian Federation. According to Heba Elgazzar, Program Leader for Human Development at the World Bank, "Turkey's female labor force participation is only 32%, less than half that of males"¹.

A majority of the Russian-speaking respondents have lived in the city of Mersin for more than a year and a half (53.9%), so they can be viewed as competent for this survey (Table 2). Only 14.7% of those

¹ Elgazzar H. Back to the future: Harnessing women's capital for new growth in Turkey. Available at: <https://blogs.worldbank.org/en/europeandcentralasia/back-future-harnessing-womens-capital-new-growth-turkey> (accessed: July 25, 2024)

Table 1 / Таблица 1

Groups of respondents by age, % / Возрастные группы респондентов, %

age	number of respondents, people		share of respondents, %	
	Turkish citizens	Russian-speaking persons	Turkish citizens	Russian-speaking people
18–29	44	6	30.8	5.9
30–45	58	44	40.6	43.1
46–59	38	33	26.6	32.4
older 60	3	19	2.0	18.6
total	143	102	100	100

Source: according to the data of surveys

Table 2 / Таблица 2

Duration of the Russian-speaking respondents' of Mersin / Продолжительность пребывания русскоязычных респондентов в г. Мерсин

№	duration of stay in the city of Mersin	number of the Russian-speaking respondents, people	share of respondents, %
1	less than 6 months	15	14.7
2	about 1 year	32	31.4
3	1,5–2 years	19	18.6
4	from 2 to 5 years	17	16.7
5	more than 5 years	19	18.6
total		102	100.0

Source: according to the data of surveys

surveyed have lived in the city for less than six months, 31.4% have lived there for about a year. However, every fifth Russian-speaking respondent has lived in this Mediterranean city for more than five years.

There are several reasons for choosing Russian-speaking tourists to focus on in the study of the tourism development in the Republic of Turkey. First of all, Russian-speaking people are the main consumer of the Turkish tourism. According to Statista, "in 2023, Russia was the leading inbound travel market for Turkey based on the volume of tourist arrivals,

reaching over 6.3 million visitors"¹. Secondly, the Russian organized tourism flow to Turkey has shown a stable rising trend during last years except 2016-2016 and the COVID-19 period. Thirdly, the share of the Republic of Turkey in the outbound organized tourist flow of Russians abroad was 29.1% in 2004–2022 with more than 53% in last 3 years [16]. Russian-Turkish marriages numbered by thousands can be recognized as fourth factor for Russians

¹ Leading inbound travel markets in Turkey 2019–2023. Official website of Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/398664/leading-inbound-travel-markets-in-turkey/> (accessed: August 26, 2024)

visitings to Turkey. According to USAK report 2013, "the number of Turkish men who are married to Russian women in Moscow is the highest of all nationalities excluding those from Russia's neighborhood". Also, "a significant proportion of the Russian brides have acquired Turkish citizenship" [22, p. 66]. According to statistics from the Turkish Directorate of Migration Affairs, the number of Russian citizens living in Turkey with a residence permit (RP) in January 2023 was over 154,000 people (a total of about 1.3 million foreign citizens lived in the country). At the same time, Russian citizens are leaders regarding the number of tourist residence permits – 71,000 people¹. Thus, according to the Centre for East European and International Studies, "Russian citizens are now the largest migrant group to hold long- and short-term residence permits in Turkey. As of early 2024, 100,000 Russians held a long-term residence permit, another 67,000 had a short-term residence permit, and nearly 12,000 had a family residence permit"². According to RBC company, the city of Mersin ranks the second place among the Turkish locations with affordable daily rent³. Thus,

Russian-speaking peoples are considered as both a major category of international tourist in Turkey and experts in what Russian tourists need.

There are several limitations in the study. Firstly, the planned number of questionnaires among the Turkish citizens could not be obtained due to a series of devastating earthquakes that occurred since February 6, 2023 in the eastern Turkey, after which the survey was stopped for ethical reasons. The selection of respondents (both the Turkish citizens as well as the Russian-speaking residents) was limited by unwillingness to take part in the survey. The findings are limited to respondents and should therefore be interpreted with caution.

City of Mersin: study area

The origins of the city of Mersin go back to prehistoric times. According to historical background on the Mersin Governorship official website, "it is understood that Mersin has been an important settlement center since prehistoric times in the excavations carried out in Yumuktepe and Gözüle. In the excavation started in 1937 by Liverpool University Archaeologists in Yumuktepe, the city center of which is in Mersin; "Neolithic Age" was determined as the lowest layer"⁴. During the classical period Mersin was called Cilicia⁵ "In the Roman period, the ancient city of "Soli-Pompeipolis", which is bound to the Mezitli district, in the center of Mersin, gained importance as a port and it was a culture city of the Eastern Mediterranean"

¹ Gasyimov N., Lakstygai I. (2023). The number of Russians with a residence permit in Turkey has decreased by a third Among the reasons are the tightening of the law and problems in the economy). Available at: <https://www.vedomosti.ru/society/articles/2023/12/13/1010745-chislo-rossiyan-s-vidom-na-zhitelstvo-v-turtsii-sokratilos> (accessed: August 27, 2024)

² Turkey: A New Hub for Migration from Russia. ZOIS Spotlight 5/2024. Official website of the Centre for East European and International Studies (ZOIS). Available at: <https://www.zois-berlin.de/en/publications/zois-spotlight/turkey-a-new-hub-for-migration-from-russia> (accessed: August 27, 2024)

³ Popular among Russians cities of Turkey with cheap rent are named // RBC company. Available at: <https://realty.rbc.ru/news/64d612>

[f89a79471d74fbafac](https://www.mersin.gov.tr/mersin-tarihcesi) (accessed: August 27, 2024)

⁴ History of Mersin [In:] İçel Tarihi, Güzel Sanatlar Matbaası, Ankara, 1968. P. 245-246. The official website of Mersin Governorship. Available at: <http://www.mersin.gov.tr/mersin-tarihcesi> (accessed: August 25, 2024)

⁵ In the same source.

[1, p. 511]. During the reign of the Ottoman Sultan Yıldırım Beyazıt, the region came under the rule of the Ottoman Empire. Mersin, which was invaded by the Allied Powers in the First World War, came under Turkish rule again on January 3, 1922 through the National Struggle. In 1924, it became a province with the name of Mersin, and in 1933 it was merged with Mersin İlçel and took the name İlçel. With the Law No. 4764 published in the Official Gazette dated 28 June 2002, the name of the province became Mersin again¹. According to Mersin International Port report 2021, "Mersin was a small fishing village in 1800s' that life has revitalized since 1954 with the construction of Mersin Port².

There are several views of the origin of the name of the city of Mersin. The first one is connected with the Myrtus-Myrtle tree, an introduced plant of the Mediterranean climate, growing vicinity. The second is related to a Turkmen family named "Mersinoğulları or Mersinoğlu"³.

The Turkish city of Mersin, founded in the foothills of Taurus Mountains, is stretches along the northern coast of the Mediterranean Sea (Akdeniz, Turkish) is provincial capital of the Mersin Province (Fig. 1).

Mersin Province features a "321 km long sea shore with its unique natural beauties and sea, sand and sun trio (108 km of Mersin City shores are natural sandy beach) but also offers variety of



Fig. 1 / Рис. 1. Location of the city of Mersin / Расположение г. Мерсин

Source: Strategies for Strengthening Citizen Participation. Mersin Metropolitan Municipality
Available at: <https://www.oidp.net/docs/repo/doc1552.pdf> (accessed: August 27, 2024)

¹ History of Mersin [In:] İlçel Tarihi, Güzel Sanatlar Matbaası, Ankara, 1968. P. 245-246. The official website of Mersin Governorship. Available at: <http://www.mersin.gov.tr/mersin-tarihcesi> (accessed: August 25, 2024)

² Sustainability at Mersin International Port 2021. Available at: https://www.mersinport.com.tr/en/Images/ContentImages/MIP_Sustainability_Report_2021_eng.pdf (accessed: May 11, 2024)

³ History of Mersin [In:] İlçel Tarihi, Güzel Sanatlar Matbaası, Ankara, 1968. P. 245-246. The official website of Mersin Governorship. Available at: <http://www.mersin.gov.tr/mersin-tarihcesi> (accessed: August 25, 2024)

tourism”¹. According to Prof. Dr. Ahmet Çamsari, Rector of the Mersin University, Mersin “is one of the rare cities that have managed to preserve its natural beauty, history and culture for many years” [9]. According to Mazlum A., “it can be said that after Istanbul, Mersin is a small miniature of Turkey, a city that can be considered a prototype. With migrations from every region of Turkey, it exhibits a mosaic image with its very different ethnic and religious foundations” [20, pp. 134–135]. “Mersin is the eighth-largest city in Turkey and the third-largest city on the Mediterranean Sea after Antalya and Adana”². Mersin port (Turkish gateway to the Middle East, of strategic importance in the eastern Mediterranean) is one of the biggest and most important ports of Turkey by many criteria [14, p. 1720]. “Mersin, also called as the “Pearl of the Mediterranean” is a “Blue” and “Green” city with a very important commercial port on the Mediterranean coast of southern Turkey, situated on the western part of the famous plain of Çukurova, a geographical, economic, and cultural region”³. Today, the city of Mersin “with 13 administrative districts and a population of 1,916,432, is an important hub of Turkey's economy”⁴ (Fig. 2).

As advertised by the Official website of Travel Store Turkey LTD, “Mersin has

grown to be one of Turkey's best-known tourist destinations, thanks in large part to the construction of brand-new hotels along the coastline in recent years, along with several bustling facilities and companies that serve the tourism industry”. Mersin's abundance of stores draws tourists who come there for shopping. “The most well-known retail centre is called Forum, which was named the top mall in Europe in 2009”. “To boost yacht tourism in the city, the main yacht port was finished with 800 berths that met international standards, and bids were also made”⁵. Tourism is supported by a variety of cultural events, including the Mersin Festival for Turkish Music and the Mersin International Festival for Multi-Voiced Choruses. Additionally, at various periods throughout the year, the cities of Akdeniz and Yenisehir host free theatrical performances for both domestic and international audiences”⁶. Also, the Mersin Citrus Festival is an annual event on rich agricultural heritage of the Province of Mersin, one of the largest producers of citrus fruits in Turkey.

While the districts of Mersin Province hold significant potential for tourism development, the extent to which this potential is utilized varies. This disparity arises from several factors, including the historical context of tourism development in the region, the quality of transportation and tourist infrastructure, and the strategic vision for future development in each district. For instance, according to Sarıkaya Levent et al. [25], “the initiation of tourism development in the Kızılkalesi settlement [*Erdemli district, Mersin Province*] can be traced back to the 1970s, yet it was

¹ Strategies for Strengthening Citizen Participation. Mersin Metropolitan Municipality. Available at: <https://www.oidp.net/docs/repo/doc1552.pdf> (accessed: August 27, 2024)

² Tourism in Mersin: Everything to Know is Here. Official website of Travel Store Turkey LTD. Available at: <https://www.travelstoreturkey.com/mersin/> (accessed: May 11, 2024)

³ Strategies for Strengthening Citizen Participation. Mersin Metropolitan Municipality. Available at: <https://www.oidp.net/docs/repo/doc1552.pdf> (accessed: August 27, 2024)

⁴ In the same source.

⁵ Tourism in Mersin: Everything to Know is Here. Official website of Travel Store Turkey LTD. Available at: <https://www.travelstoreturkey.com/mersin/> (accessed: May 11, 2024)

⁶ In the same source.



Fig. 2 / Рис. 2. Administrative districts of the city of Mersin / Административные районы города Мерсин

Source: MERSİN Tarihçesi. Official website of the T.C. Mersin Valiliği.
Available at: <http://www.mersin.gov.tr/mersin-tarihcesi> (accessed: July 2, 2024)

accelerated in the 1980s by the construction of tourism accommodation facilities, including hotels, pensions, and summer houses, in alignment with the national policies, and it received further assistance from regional strategies". "In 1994, there were 67 tourism accommodation establishments, as well as 856 summer houses [15; 26]. In 1994 Kizkalesi served about 176 thousand people a fifth of them were foreign tourists; the total number of tourists with daily-visitors reached 800 thousand people [15, p. 350]. Dr. Halil Koca and Dr I. Fevzi Şahin highlighted that Kizkalesi was a town during the tourist season (May–September) only, except of this period the settlement – "large village". The number of tourism accommodation facilities growing from 1994 to 2021 (104 tour-

ism accommodation establishments and 1814 summer houses) "demonstrates that the destination has the capacity to accommodate hundreds of thousands of tourists and temporary residents during the summer months" [25]. Mehmet Şirin Öztıp, Vice President of the Kizkalesi Tourism and Culture Association, pointed out that "there are accommodations in Kizkalesi suitable for everyone's economic situation, ranging from star-rated hotels to guesthouses, making it an affordable place to visit"¹. The study of U. Yenipinar and E. Bak [28] evaluated the roles entities like "City Councils" play in the development

¹ Tourism activity continues in Kizkalesi. Daily Sabah. Available at: <https://www.dailysabah.com/turkiye/tourism-activity-continues-in-kizkalesi/news> (accessed: May 11, 2024)

of urban destinations' sustainability in the light of projects developed by the Mersin City Council. Although tourism is included in Mersin's strategic management plans as an important sector (coming in third after agriculture and logistics), support from the city's mayors and governors for innovative and beneficial ideas related to tourism is essential. The study has revealed that "a high-level tourism destination management that will be the driving force for the region is needed in order to implement these works in coordination and to bring dynamism to Mersin's tourism" [28]. Due to Mersin's relatively recent development as a tourist destination, the number of foreign visitors remains quite low.

Literature review

Tourism development is a multifaceted phenomenon that influences the interests of the local community, causing both positive and negative attitudes. Maintaining a balance of interest (in economic, ecological, cultural, sociocultural and other spheres) in tourist destinations is a significant challenge and a priority for regional and local authorities, business and society as a whole.

Turkey as a popular tourist destination

"Being the crossroad of civilizations and hosting the traces of more than 3,000 ancient cities" [18] along with a great number of attractions of natural assets Turkey has a significant potential for the development of tourism as an economic sector. "In addition to cultural and historical tourism, Turkey has other types of tourist destinations as alternative choices for foreign tourists, such as spa tours, medical tours, adventure sports,

golf tours, ecotourism and marine tourism". "Various choices of Turkish tourist destinations are one of the factors for the large number of foreign tourists who are interested in coming to Turkey" [23]. According to Sarıkaya Levent et al. [25], "since the 1980s, the government has implemented regulations and incentives to support tourism's development as a significant economic sector, in accordance with national policies". According to Statista, "in 2023, following Italy, Turkey ranked fourth among the most popular destinations in Europe, having welcomed over 55 million travelers. That year, Turkey's inbound tourism receipts amounted to 49.5 billion U.S. dollars, which placed the country fifth among other European destinations"¹. "The tourism sector GDP share in Turkey was forecast to continuously increase between 2023 and 2028 by in total 3.9 percentage points. The share is estimated to amount to 12.65 percent in 2028" (the forecast has been adjusted for the expected impact of COVID-19)².

A significant part of studies has investigated the Russian tourist flow to the Republic of Turkey, revealing "a correlation between economic growth in Russia and Turkey's tourism sector" [24]; push and pull motivations of the Russians [10]; the decline in the Russian tourist arrivals to Turkey in 2016 due to an incident at the Syrian-Turkish border [3; 4; 24; 27]. In recent years, the Republic of Turkey has become a top foreign destination for Russian tourists traveling in organized groups. On average (median), Turkey's share in the outbound organized tourist flow of the

¹ In the same source.

² Share of the GDP of the tourism sector in Turkey 2013–2028. Statista. Official website. Available at: <https://www.statista.com/aboutus/our-research-commitment/484/j-degenhard> (accessed: August 27, 2024)

Russian citizens abroad in 2004–2022 was 29.1%. Besides, Russian-speaking tourists are one of the main customers of the Turkish tourism as confirmed by a steadily rising trend of their arrivals in to the country [16]. The Russian tourism "has not only become a significant source of economic gain" for Turkey, "increased with mutual visits, social interactions" "tourism has also had a transformative, positive impact on the Turkey-Russia political and economic relations" [22, p. 55]. "As the mobility between the societies increases, the psychological distance between the two countries declines" [5, p. 58]. According to Statista, "in 2023, Russia was the leading inbound travel market for Turkey based on the volume of tourist arrivals, reaching over 6.3 million visitors"¹. Prof. Dr. Levent Şahin and Assoc. Prof. Dr. Hasan Akça [24] revealed an absence of an "effect of GDP increase in Russia on number of Russian tourists visiting Turkey" based on data (GDP in Russia and the Russian tourists who prefer Turkey as the tourist destination) for the period 2001–2011. The results of regression analysis indicated "that most of the Russian tourists visiting Turkey have a medium income level" because "they prefer Turkey due to cheap holiday opportunity (all inclusive), being closer to Russia and high-quality service" [24].

"Demand for travel is highly susceptible to external and internal economic, environmental, and socio-political factors, which are mostly beyond the control of its suppliers" [5, p. 247]. The crushing decline in Russian tourist arrivals to Turkey in 2016 "put pressure on the state of

Turkey's tourism sector". "Total spending generated through Russian tourists decreased from \$2.6 billion to \$570 million in 2016, which saw Turkey lose \$2 billion just from Russian tourists". ("Due to the decrease in Russian tourist visits to Turkey caused by tourism restrictions in 2016 the Turkish government then formulated a strategy to increase Russian tourist visits to Turkey" [23]. The application of hard power (sanctions and limitations) by the Russian Federation against the Republic of Turkey followed the incident with the Russian aircraft on the Syrian-Turkish border in November 2015 and was analysed by the Russian scholars [3; 4]. The study "revealed both the tourism and hospitality sector in Turkey suffered more and more rapidly due to the strict restrictions imposed by Russian authorities" and "the sanctions also triggered a crisis in Russia's outbound tourism industry" [3; 4]. Later, "lifting sanctions on the sale of package tours and the charter flights renormalized the tourist flow to Turkey in the low season" [5, p. 247].

According to Özdal et al. [22], "the vast majority of Russian tourists who come to Turkey for holiday purpose generally spend their time on the Mediterranean and the Aegean coasts" mainly arriving between May and September. The study has found out that "Turkey means sea, sand, and sun for Russian tourists. Most of the Russian tourists spend their time between hotel rooms and beaches. Therefore, Russian tourists are unable to get closely acquainted with Turkish culture. This situation is the result of agencies offering vacation packages with the "all inclusive" label, fixed tour programs, and tourists' desire to relax" [22, p. 60]. Besides the opportunities of beach holidays in the resorts of the Mediterranean

¹ Leading inbound travel markets in Turkey 2019–2023. Official website of Statista (June 25, 2024). Available at: <https://www.statista.com/statistics/398664/leading-inbound-travel-markets-in-turkey/> (accessed: August 26, 2024)

Sea, within the "all inclusive" the Russian scholars have pointed out both the natural and the cultural and historical potential as a factor making Turkey so popular among Russian tourists [3, p. 54]. It is also stated that "Russian tourists are attracted to Turkey by the country's hospitality, warm climate, uninterrupted sandy beaches, visa-free system, inexpensive package tours" [5, p. 239].

Some studies have presented a profile of Russian tourists in the Antalya region [2; 8]. The study of the dining experiences (based on 131 reviews written for ten restaurants operating in Antalya city center, Side, Kemer and Alanya districts in 2019) has revealed that Russian tourists "follow their eating routines at home and prefer familiar dishes" [8, p. 10]. Also, they "pay attention to restaurants with a good atmosphere to spend good and quality time with their families" [8].

Tourism potential of Mersin Province

"As Mersin is a settlement area dating back thousands of years, it has a very different and colorful appearance with its handicrafts, nomadic traditions and customs, local dishes, folk dances, folk songs and melodies" [21]. Districts of Mersin Province have good opportunities for tourism development and use them to promote this economic sphere based on a unique natural, historical and cultural potential. Examples are the Anamur district, Erdemli district, Tarsus district, some districts of the city of Mersin, and others. The Tourism Strategy Plan suggests the following main strategies and tourism types for the Mersin Province [19, p. 126–128]:

- to develop means for alternative tourism types led particularly by health, thermal, winter, golf, sea tourism, ecotourism and plateau

tourism, conference and expo tourism activities;

- to develop thematic tourism routes utilizing historical and natural texture, Tourism Development Corridors (Faith tourism Corridor – culture tourism: starting by Tarsus District (Mersin) towards South-Eastern Anatolia including Hatay, Gaziantep, Şanlıurfa, Mardin);
- to plan tourism settlements capable of competing the world leaders by becoming a global brand, 10 new tourism cities, including Anamur Coastline Tourism City;
- to develop nature tourism according to development plans Ecotourism Zones (Taurus Mountains – inlands of East Antalya towards Mersin).

The studies focused on the different dimensions of the Mersin Province tourism development potential can be divided into several main groups.

Most of them deal with the tourist potential of the Mersin Province as a whole or of one of its districts. First of all, it is worth mentioning a series of 13 brochures and tourism atlas of Mersin published by the University of Mersin in several languages (including the Russian) about the tourist and recreational potential of the Mersin Province [7; 12]. Other studies investigated the area's tourism potential through a sociological survey. One of the first studies made suggestions about the development of the Mersin tourism situation and potential of Mersin tourism, and the adverse factors [1]. According to the opinion of eight experts (public institution representatives, academicians and private sector), the tourism potential of Mersin Province includes: history (100% of respondents); culture (100%); nature (75%); faith (75%). The lowest scores

gained by such potential as (in increasing order): caves (12.5%), gastronomy richness (25%), eco-tourism, business tourism, plateau and long coastline (37.5%). The factors highlighted as having the most adverse effect on Mersin tourism potential were: being in the shadow of Antalya (100% of respondents); no alternative transportation between Antalya and Mersin outside the highway (87.5%) and lack of airport (75%) [1]. A recent study [13] presented the utilization of Tarsus district's historical and cultural assets in the Mersin Province, with a focus on its tourism potential. The study identified Tarsus's strengths, such as its cultural heritage, historical landmarks, and natural resources, while also addressing the current lack of representation and several challenges, including the vulnerability of historical sites, inadequate infrastructure, and unregulated tourism practices [13].

Another group of studies evaluated some districts of the Mersin Province in terms of tourism development based on tourist activity, tourism planning and opportunities of the area for different kinds of tourism. Examples are a study of the contribution of the town of Kızılkalesi, Erdemli district to the tourist activity [15] or a recent research of Sarıkaya Levent et al. [19] on the role of tourism planning in the spatial development of Kızılkalesi tourism destination. [21]. On the other hand, the study of Dr. Cansel Oskay focused on the tourism potential of Mersin and its role in the Turkish economy. According to Prof. Dr. Ahmet Çamsarı, Rector of the Mersin University, a high tourism potential of the Mersin Province in April 2019 "Turkey's most honored and respected high-level international symposium on tourism, held each year on Tourism Week" was organized in Anamur [9]. Despite the high

potential of Mersin, its "attractions could not achieve the expectations and could not create an important income impact on Turkish economy" that according the author these "serious tasks should be undertaken by local administrators" [21]. The study of Levent T. et al [19] based on total number of tourists per the provincial population confirmed a lack of tourism development in the Mersin province (less than 24 %, 2018).

Mersin Province possesses considerable tourism potential but this potential is not being fully realized. The studies of tourism development in the Mersin province have largely focused on its tourist potential as a driver for regional and local growth, highlighting both its strengths and the challenges that may hinder further development.

Results

Locals' attitudes towards tourism development

The survey indicates that residents of Mersin have a strong interest in tourism development. In fact, a significant majority of Mersin residents (84.5%) view tourism as an important or promising avenue for the city's growth (Fig. 3). The Turkish citizens exhibit a much higher level of confidence in the significance of tourism development compared to the Russian-speaking respondents, with a difference of 20%. Overall, 90.2% of the Turkish citizens either strongly agree or somewhat agree with the idea of developing tourism in Mersin, while the agreement among the Russian-speaking residents is lower at 76.5%.

In locals' opinion, the potential positive effects of an increased flow of tourists to Mersin include of new job opportuni-

ties for residents, which is seen as a primary source of income by 53.5% of respondents. Additionally, 46.5% believe that it could enhance the city's image, and the same percentage sees the growth in tourist services benefiting both visitors and local residents (Fig. 4). Responses indicate that the Russian-speaking participants tend to be more optimistic about the positive impacts of increased tourism compared to the Turkish citizens. Notable differences emerge in their reactions regarding:

- infrastructure development for use of both tourists and local people (40.1 difference);
- development of services available to both tourists and local people (22.7);
- preservation, reproduction and promotion of the natural, cultural and historical heritage of the area (22.1);

- improvement of the quality of services (19.1);
- attraction of investments (17.8);
- development of existing and creation of new tourist objects, local museums, tourist complexes, etc. (17.7);

Despite the differences in the responses of the Turkish and the Russian-speaking citizens, three points with shared opinion regarding possible positive effects of tourism development can be identified (Table 3):

- economic benefits;
- improving the quality of life;
- improvement the image of the city of Mersin.

The distribution of responses to the question "What is (or maybe) the negative impacts of an increase in the number of foreign tourists in the city of Mersin?" is

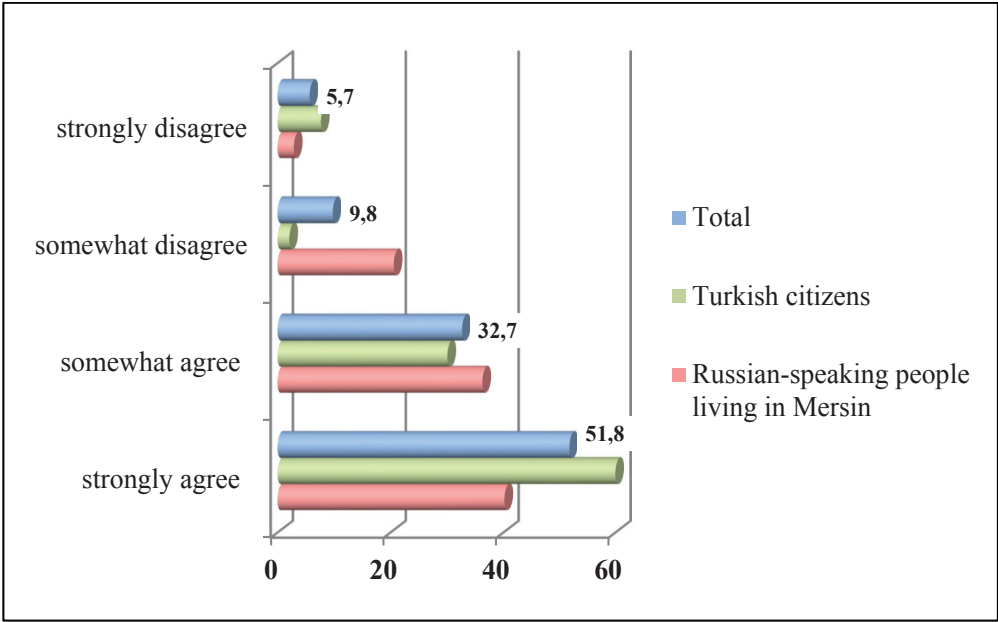
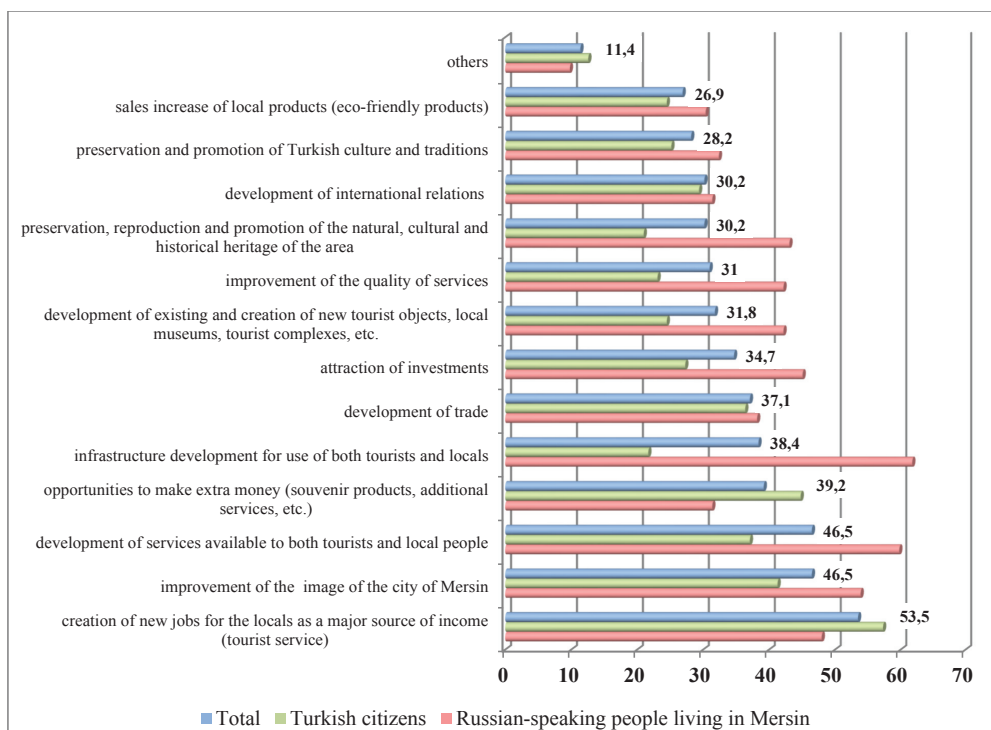


Fig. 3 / Рис. 3 Responses to the question ‘Do you think that tourism to city of Mersin is a significant or promising direction for its development?’, % in the selected groups / Ответы на вопрос «Считаете ли вы туризм значимым или перспективным направлением развития г. Мерсин?», % в выбранных группах

Source: according to the data of surveys



* rank in descending order

Fig. 4 / Рис. 4. Responses to the question ‘What, in your opinion, are (or may be) the positive impacts of an increase in the tourist flow on the development of the city of Mersin?’, multiple answers acceptable, % in the selected groups / Ответы на вопрос «В чём, по Вашему мнению, проявляется (может проявиться) положительное влияние роста турпотока на развитие г. Мерсин?», возможно несколько вариантов ответов, % в выбранных группах

Source: according to the data of surveys

quite indicative (Fig. 5). The answers revealing the possible negative consequences of an increase in the number of foreign tourists can be roughly grouped into 2 categories: economic (socio-economic) and socio-cultural. Among the possible economic negative effects, a major concern for locals is "rising prices" (72.7% of respondents) is quite indicative (Fig. 5). One in three respondents fears a possible future competition for resources (29.4%). Socio-cultural consequences rank second among concerns: one in four residents points out possible changes in lifestyles as well as potential conflicts.

Despite the similarity of opinions on most points, there are some differences in the answers of Russian-speaking residents and the Turkish citizens. Their opinions differed significantly regarding the emergence of private recreation areas inaccessible to locals, which was a concern for 32.4% of the Russian-speaking peoples and only 15.9% of the Turkish citizens. Considering the share of respondents opting for the “absence of negative impact” (14.7%) possible negative impacts such as “appearance of signs in foreign languages” and “more foreign speakers on the streets and in public places” on socio-cultural

Table 3 / Таблица 3

Points with shared opinions regarding possible positive effects of tourism development in locals' opinion, % in the selected groups / Общие позиции относительно возможных позитивных изменений от развития туризма по мнению местных жителей, % в выбранных группах

#	Responses to the question	Russian-speaking people living in Mersin	Turkish citizens	Total
<i>economic benefits</i>				
	creation of new jobs for the locals as a major source of income (tourist service)	57,3	48	53,5
	opportunities to make extra money (souvenir products, additional services, etc.)	44,8	31,4	39,2
	attraction of investments	27,3	45,1	34,7
	development of trade	36,4	38,2	37,1
<i>improving the quality of life</i>				
	development of services available to both tourists and local people	37,1	59,8	46,5
	infrastructure development for use of both tourists and local people	21,7	61,8	38,4
	improvement of the quality of services	23,1	42,2	31
	development of existing and creation of new tourist objects, local museums, tourist complexes, etc.	24,5	42,2	31,8
<i>improvement of the image of the city of Mersin</i>				
	improvement of the image of the city of Mersin	41,3	53,9	46,5
	preservation, reproduction and promotion of the natural, cultural and historical heritage of the area	21	43,1	30,2

Note: response rates above 50% are in bold

Source: according to the data of surveys

space of the city of Mersin can be overlooked .

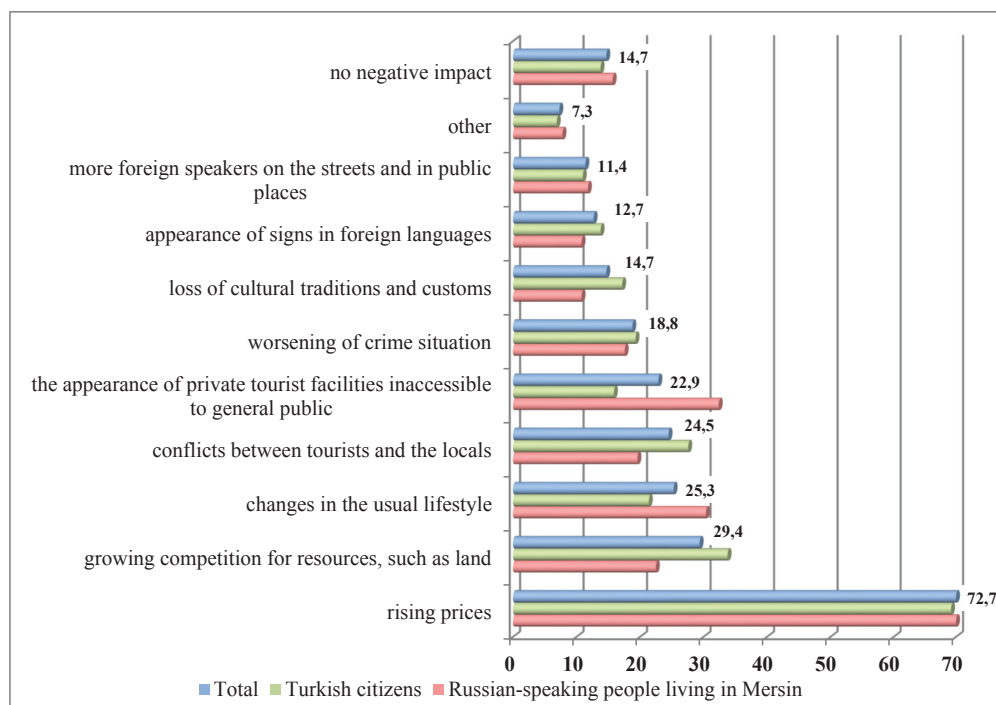
**Russian-speaking tourists:
opinion of locals**

Since Russian-speaking tourists contribute notably to the inbound tourism to the Republic of Turkey, how locals perceive them is a crucial matter.

Most Turkish citizens view the increase of Russian-speaking tourists in Mersin

positively, recognizing the economic advantages it brings can be missed along (Fig. 6). However, one in five respondents expresses a negative opinion on this topic, associating it with challenges and difficulties caused by these tourists.

According to locals', the most attractive factor of the city of Mersin for the Russian-speaking people is its location on the Mediterranean: firstly, the climate and sea, and secondly, fresh fruits and vegeta-



* rank in descending order

Fig. 5 / Рис. 5. Distribution of respondents' answers, revealing the possible negative consequences of an increase in tourist numbers for the city of Mersin, multiple answers acceptable, % in the selected groups / Распределение ответов о возможных негативных последствиях увеличения турпотока для г. Мерсин, возможно несколько вариантов ответов, % в выбранных группах

Source: according to the data of surveys

bles (Fig. 7). The "climate and sea" option was chosen with equal frequency by both Russian-speaking residents of the city of Mersin and by Turkish nationals (85.3% exactly).

The distribution of answers to the question "Are you willing to participate in providing services of Russian tourists?" shows a positive feedback of the locals (Fig. 8).

Thus, two thirds of the respondents (67.7%) were already working in the tourism industry or were willing to start working with Russian-speaking tourists on certain conditions. The conditions required were economic benefits in one case and knowing Russian in the other. Interest-

ingly, there were equal shares of negative and neutral responses among the Turkish citizens and the Russian-speaking people (respectively, about 22.9% and 9.4%)

There is a significant difference in how the readiness of the city of Mersin to receive Russian-speaking tourists was perceived (Fig. 9). While the opinions of Turkish citizens regarding to the city's readiness and unwillingness to receive the Russian-speaking tourists were distributed almost equally (45.5% and 43.4%), the negative answers of Russian-speaking residents are noteworthy (71.6%).

The study reveals that the language barrier is recognized as crucial for tour-

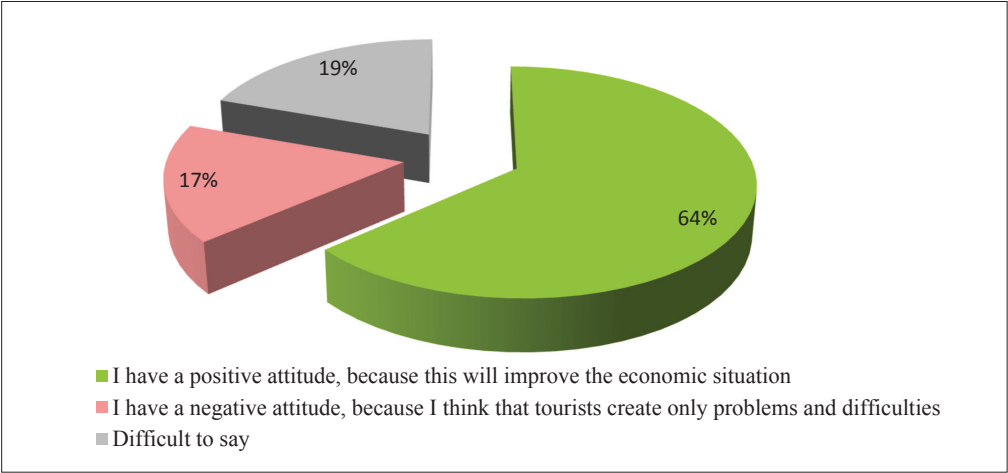


Fig. 6 / Рис. 6. Responses to the question 'How do you feel about the possibility of an increase in the Russian-speaking tourist flow to the city of Mersin?', % of the Turkish citizens / Ответы на вопрос «Как Вы относитесь к возможности увеличения потока русскоязычных туристов в г. Мерсин?», % от числа граждан Турции

Source: according to the data of surveys

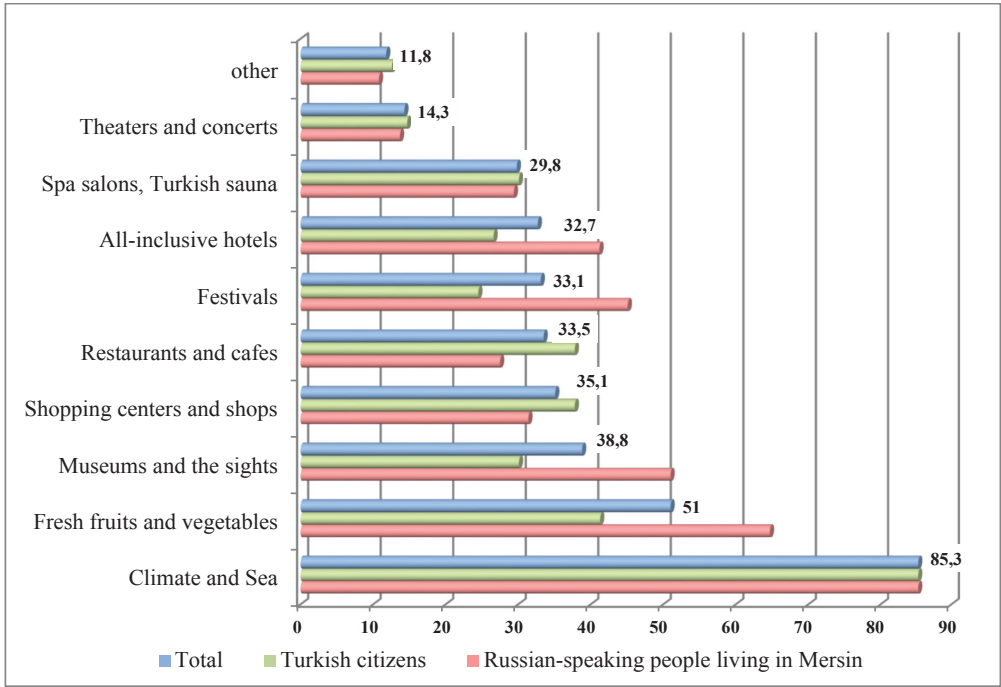


Fig. 7 / Рис. 7. Distribution of respondents' responses to the question 'What do you think can be of interest for Russian tourists in the city of Mersin?', multiple answers acceptable, % in the selected groups / Распределение ответов на вопрос «Что, по Вашему мнению, может заинтересовать российских туристов в г. Мерсин?», возможно несколько вариантов ответов, % в выбранных группах

Source: according to the data of surveys

ism service by both groups of respondents. The importance of serving of Russian-speaking tourists in their native language was equally highly recognized by both the Russian-speaking people and the Turkish citizens (80.4%). At the same time every fifth resident of the city of Mersin did not attach much importance to providing service in Russian (19.6%).

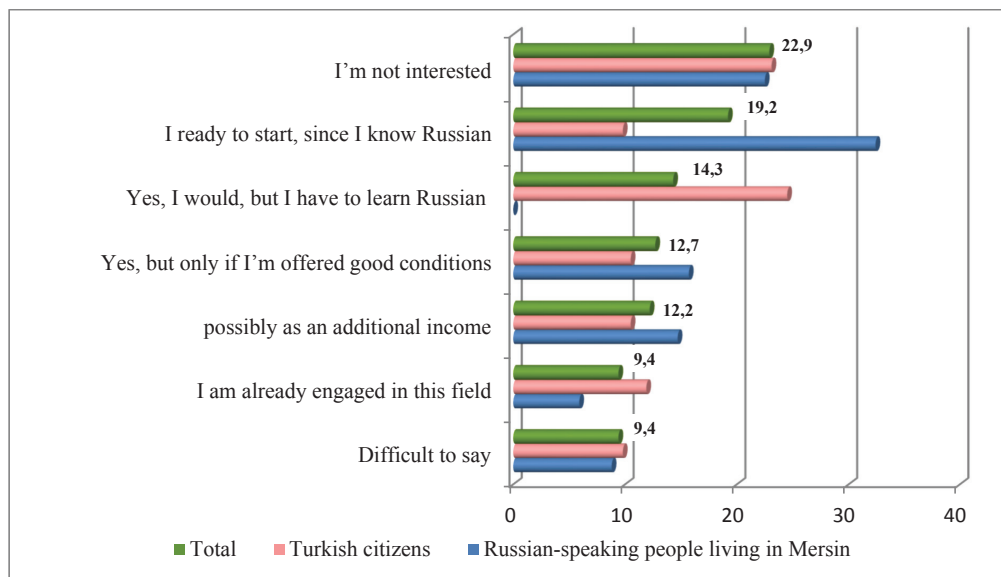
Tourist "highlights" of the city of Mersin and challenges of its tourism development: the view of the Russian-speaking residents

Special open-ended questions for the Russian-speaking residents about tourist "highlights" of the city of Mersin and challenges for its tourism development were considered as key questions for the Russian tourism development of the city. Ac-

cording to the Russian-speaking residents of the city of Mersin, the tourist "highlights" of the area for the Russian tourists are the Mediterranean nature with natural places of interests as well as cultural and historical sites in the city surroundings (Table 4).

Other tourist "highlights" mentioned by the Russian-speaking respondents (7%) were the cultural identity and hospitality along with the "Authentic Turkish life" of the city is another tourist "highlights" of the place. About 7% of respondents failed to come up with any tourist "highlights" of the city of Mersin. However, answers within the selected group differed significantly depending on how long the respondents had lived in the city of Mersin (Table 5).

Some patterns can be identified:



* rank in descending order

Fig. 8 / Рис. 8 Distribution of respondents' answers to the question "Are you willing to participate in providing services to Russian tourists?", % in the selected groups / Распределение ответов на вопрос «Готовы ли Вы участвовать в обслуживании российских туристов?», % в выбранных группах

Source: according to the data of surveys

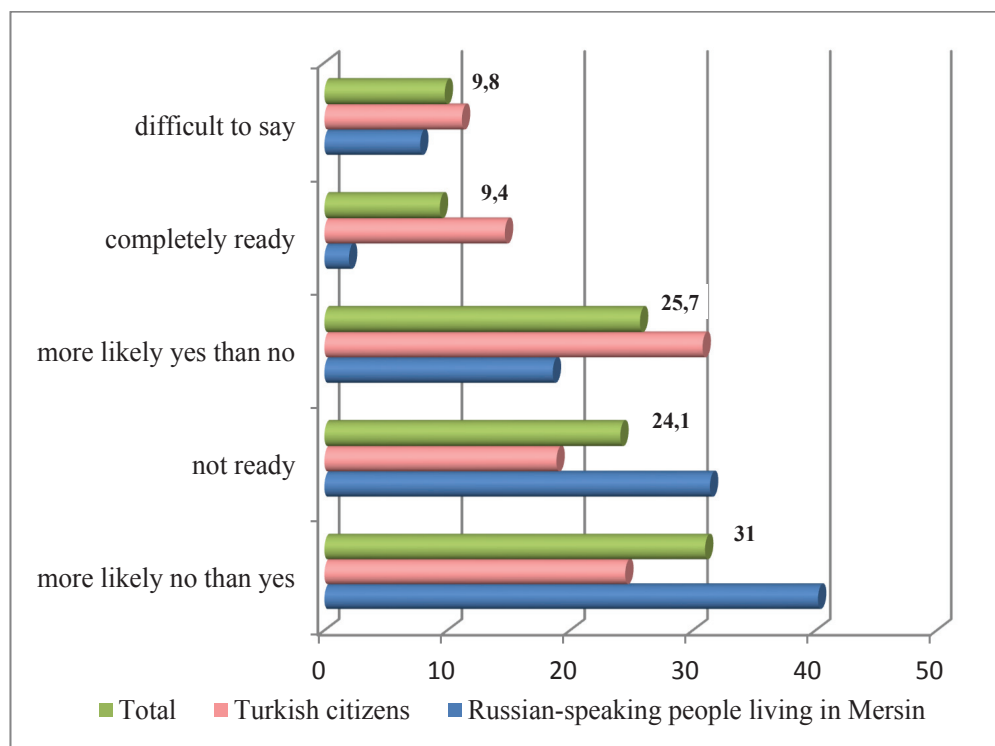


Fig. 9 / Рис. 9. Responses to the question 'To what degree, in your opinion, is city of Mersin ready to receive Russian-speaking tourists?', % in the selected groups / Ответы на вопрос «Насколько, по Вашему мнению, готов город Мерсин к приёму русскоязычных туристов?», % в выбранных группах

Source: according to the data of surveys

- the selected groups believe the most appealing aspects of Mersin for the Russian-speaking tourists are its Mediterranean coastline, along with its cultural and historical attractions;
- the duration of the Russian-speaking respondents' residence in the city of Mersin influences their perception of various tourist highlights. For example, respondents who have lived in the city for less than six months consider the Mediterranean Sea and the city's esplanade and marina as primary highlights. This can be explained by the short time they have spent in Mersin, limiting their chances of ex-

ploring the surroundings. This group represents the smallest portion of respondents (20%). The shorter-lived Russian-speaking residents of Mersin tend to express stronger impressions regarding the local cultural identity and the friendliness of residents. As the duration of residency increases, the proportion of enthusiastic responses about cultural identity and local hospitality declines from 20% to 5%. This trend also applies to responses indicating a lack of identified tourist highlights.

The Russian-speaking respondents see several barriers to tourism development

Table 4 / Таблица 4

Tourist “highlights” of the city of Mersin for Russian tourists / Туристские «изюминки» г. Мерсин интересные российским туристам

№	Tourist “highlights”	Number of the Russian-speaking respondents, person	Share of respondents, %
	Cultural and historical sites	28	27.2
1	Mediterranean Sea with beaches and the coastline	28	27.2
	Natural places of interest	23	22.3
	Nature	23	22.3
	Esplanade and marina	23	16.5
	Climate and fresh fruits	16	15.5
	Taurus Mountains with caves, canyons and waterfalls	14	13.6

* multiple answers acceptable

** rank in descending order

Source: according to the data of surveys

Table 5 / Таблица 5

The distribution of answers about tourist “highlights” of the city of Mersin in the selected groups, % / Распределение ответов о туристских «изюминках» г. Мерсин в выбранных группах, %

#	Tourist “highlights” of the city of Mersin	The duration of Russian-speaking residents in the city of Mersin				
		less than 6 months	about 1 year	1–1,5 to 2 years	from 2–5 years	more than 5 years
1	Mediterranean Sea	26,7	25	50	11,8	25
2	Cultural and historical sites	20	37,5	21,1	35,3	25
3	Esplanade and marina	26,7	21,9	10,5	17,6	15
4	cultural identity, friendliness of the locals	20	9,4	5,3	5,9	5
5	Mediterranean Climate	13,3	18,8	15,8	0	10
6	Difficult to say	13,3	6,3	0	0	0
7	Nothing	0	0	5,3	5,9	20

* multiple answers acceptable

Source: according to the data of surveys

in Mersin (Fig. 10). A significant percentage expresses dissatisfaction with the absence of an international airport (20% of respondents), alongside concerns about litter on the streets and insufficient tourist infrastructure (13% for each).

These hindrances can be grouped into five groups of challenges:

- *infrastructural challenges*: lack of international airport and underdevelopment of tourism infrastructure;
- *ecological challenges*: dirty sea (especially plastic pollution) and beaches as well as litter on the streets;
- *economic challenges*: rising prices and underinvestment in tourism as well as lack of tourism strategy;

– *socio-cultural challenges*: language barrier (Russian and/or English) with unwillingness of the local population;

– *legal challenges*: changes in legislation, for example, conditions for obtaining a temporary residence permit for foreign citizens.

Infrastructure and ecological issues are the primary factors hindering tourism development, according to the Russian-speaking residents.

The views of the Russian-speaking residents on Mersin's tourist "highlights" and the limitations on its tourism growth are contradictory. On one hand, Mersin boasts numerous advantages and promis-

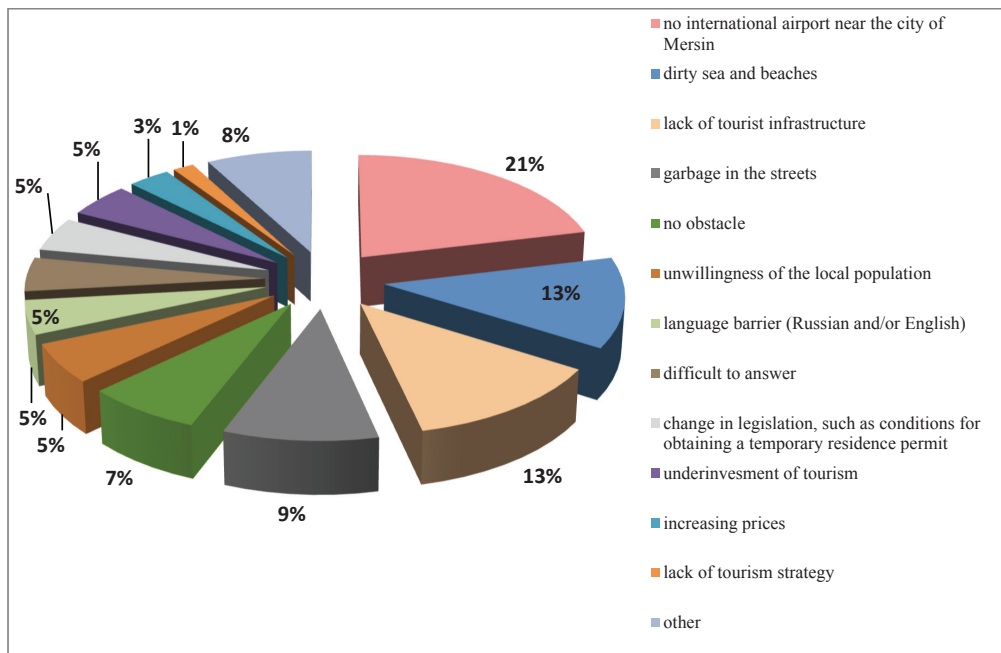


Fig. 10 / Рис. 10. Responses to the question 'What, in your opinion, is (could be) hindering tourism in the city of Mersin?', % among the Russian-speaking people, multiple answers acceptable / Ответы на вопрос «Что, по Вашему мнению, препятствует (может препятствовать) развитию туризма в г. Мерсин?», % среди русскоязычного населения, возможно несколько вариантов ответов

Source: according to the data of surveys

es for tourism development. On the other hand, certain negative aspects have also come to light. Notably, some key strengths of Mersin are at the same time viewed as weaknesses.

Discussion

Although Mersin is not included in the list of Turkey's top destinations for international visitors, a substantial majority of its residents (84.5%) view tourism as a crucial or promising direction for the city's growth. Meanwhile, the belief in the significance of tourism development is notably higher among the Turkish citizens (90.2%) than that of the Russian-speaking respondents (76.5%).

The investigation of opinions regarding the increase in tourist traffic in Mersin revealed favorable attitudes among the Turkish citizens and the Russian-speaking residents. Key potential benefits expected from tourism development include new jobs for locals, considered a significant income source by 53.5% of respondents, enhancement of Mersin's image (46.5%), and improvement of services available to both tourists and residents (46.5%). Analysis of responses from different demographic groups indicates that the Russian-speaking respondents tend to have a more optimistic perception than their Turkish counterparts. The most pronounced differences between the groups concerned infrastructure development for tourists and locals (40.1% difference), the improvement of services available to both groups (22.7%), and the preservation and promotion of the area's natural, cultural, and historical heritage (22.1%), as well as enhancements in service quality (19.1%) etc. Notwithstanding the differences, the groups similarly evaluated three variants of positive changes anticipated from tour-

ism development: economic benefits, improved quality of life, and an enhanced image of Mersin.

The potential negative effects of an increase in foreign tourists can be broadly categorized into two groups: economic (or socio-economic) and socio-cultural. A primary concern for locals, including the Turkish citizens and the Russian-speaking respondents, is the possibility of "rising prices," which worries about 70% of those surveyed. While there are many shared perceptions among respondents, notable differences exist between the two groups. For instance, regarding the creation of private recreational areas that are inaccessible to locals, 32.4% of the Russian-speaking respondents expressed concern, compared to only 15.9% of the Turkish citizens. Additionally, a portion of respondents from both groups (14.7%) indicated that they do not anticipate any negative impacts, which might lead them to overlook certain socio-cultural issues in Mersin, such as the "appearance of signs in foreign languages" (12.7%) and the presence of more foreign speakers in public spaces (11.4%).

A significant portion of the Russian-speaking tourists coming to the Republic of Turkey emphasize the need for locals to understand the potential greater crowdedness, particularly in the city of Mersin. The survey indicates that a majority of the Turkish citizens (64%) view the increase in the Russian-speaking tourists positively, recognizing the economic advantages.

Aside from the Mediterranean factor (climate and sea, which is noted by 85.3% of both selected groups); there is a noticeable difference in how the Russian-speaking individuals and the Turkish citizens perceive factors that contribute

to tourist attractiveness. For the Russian-speaking respondents, the key attractions include fresh fruits and vegetables, museums and landmarks, festivals, and all-inclusive hotels. The Turkish citizens, on the other hand, believe that shopping centers, stores, restaurants, and cafes are the primary draws for the Russian-speaking tourists. Additionally, spa salons and Turkish sauna (29.8%) as well as theaters and concerts (14.3%) are also regarded as important by residents of Mersin. These differing perceptions regarding the most appealing aspects of the destination are crucial for shaping tourism development strategies in Mersin. Furthermore, there is a significant disparity in how each group views Mersin's readiness to accommodate the Russian-speaking tourists. While the opinions of the Turkish citizens split nearly equally between readiness and unpreparedness (43.4% and 45.5%, respectively), the Russian-speaking residents expressed a predominantly negative view, with 71.6% indicating unpreparedness. One critical factor impacting tourism development in Mersin identified by both groups is the language barrier.

Russian-speaking residents were asked a special open-ended question about the tourist "highlights" of Mersin, which are seen as pivotal for the city's tourism development aimed at Russian tourists. The area's main attractions for these visitors include the Mediterranean Sea and its natural features, along with the cultural and historical sites surrounding the city. Additionally, the cultural identity and hospitality, as well as the authentic "Turkish life" of Mersin, are also regarded as major attractions by 7% of respondents. There is a notable disparity in preferences based on how long the Russian-speaking individuals have resided in Mersin:

- those who have lived in Mersin for less than six months primarily highlight the Mediterranean Sea and the city's waterfront area with its marina, which may be attributed to their limited time in the region, preventing them from exploring surrounding areas.
- respondents who have been in the city for approximately a year have the strongest impressions of the local cultural identity and the friendliness of its residents.

As the length of stay increases, enthusiasm for the local culture and hospitality declines, dropping from 20% to 5% in certain groups. This trend is also reflected in the responses indicating "there are no tourist highlights."

Infrastructure and ecological issues are identified as the most significant barriers to tourism development by the Russian-speaking residents.

The findings confirm previous research, which suggests that a positive attitude among locals towards tourism is crucial for promoting tourism activities. Studies by Sinkovics&Penz [26] have shown that the favorable perception of tourists within the local community boosts their eagerness to travel [13; 26] Furthermore, challenges such as language barriers, lack of information about tourism offerings, and limited online booking options are critical for the development of the destination [17].

Taking into account a negative opinion of the Russian-speaking residents regarding to the city's readiness to receive tourists, their opinion is a key importance. Numerous obstacles to Mersin's tourism development can be classified into five main categories: infrastructure, ecological, economic, socio-cultural, and legal

challenges. Addressing these issues could augment the influx of Russian tourists to Mersin. A key factor for improving transportation connectivity is the anticipated opening of Çukurova International Airport on August 10, 2024, which promises to expand tourism possibilities in the Mersin province. For example, during a discussion on July 24, 2024, the Russian Tour Operators Association explored the question, "What attractions might Çukurova International Airport offer to Russian tourists?" This inquiry highlights Mersin's tourism potential among Russian visitors. Currently, travel from Russia to Mersin is minimal, primarily involving individuals associated with the construction of the Akkuyu nuclear power plant (including builders and their families), as well as some property owners and a few independent tourists. As of now, Çukurova International Airport facilitates direct flights from Moscow to Mersin Province five times a week via Aeroflot Russian Airlines. By September 2024, it is expected that one of the primary challenges to tourism development will have been ad-

dressed, allowing Mersin to concentrate on ecological issues, tourism infrastructure, and socio-cultural challenges to move forward.

Conclusion

The city of Mersin, situated on the Mediterranean coast, possesses a unique potential for tourism and recreation which remains largely untapped. It is surprisingly absent from the list of Turkey's most popular destinations for international visitors. A study based on two sociological surveys conducted among the Turkish citizens and the Russian-speaking residents of the city revealed a generally positive outlook regarding its tourism development prospects. However, it identified five key obstacles hindering this progress: infrastructure, environmental issues, economic challenges, socio-cultural and legal factors. The findings offer valuable insights into the preferences of the Russian-speaking tourists and the barriers to Mersin's tourism growth, highlighting opportunities to enhance inbound tourism and boost the local tourism market.

REFERENCES

1. Akmaz A., Çelik R., Dağlioğlu T. Evaluation of Mersin province tourism potential by content analysis. In: *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 2017, vol. 3, iss. 12, pp. 509–522. DOI: 10.5281/zenodo.1133996
2. Aksu A.A., Güngören M. Research note Russian tourist profile: Antalya region example. In: *Tourism Analysis*, 2004, no. 9(1), pp. 123–127. DOI: 10.3727/1083542041437594.
3. Aleksandrova A. Yu., Shipugina M. V. International tourism as a geopolitical force. Moscow, Berlin: Direct-Media, 2020. 98 p. DOI: 10.23681/597731.
4. Alexandrova A. Y., Aigina E. V. Russian Federation sanctions against the Republic of Turkey as a case of hard power application in tourism. In: *Anais Brasileiros De Estudos Turísticos*, 2023, iss. 13. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10436803>
5. Arslan A. Russian tourism to Turkey: analysis of web search enquiries. Migration, Politics, Violence and Women's Studies. In: Aydimir L., ed. *Migration, Politics, Violence and Women's Studies*. Germany, 2017, pp. 239–249.
6. Ashugatoian N. G. Transformation of the spatial structure of internal tourism in Turkey. In: *Geographical bulletin*, 2017, no. 4(43), pp. 153–161. DOI: 10.17072/2079-7877-2017-4-153-161
7. Atasoy A. *Mersin Turizm Atlası*. Mersin, 2023. 286 p.
8. Bozbas A., Gül T. A Netnographic Review of Dining Experiences of Russian Tourists. In:

- Journal of Mediterranean Tourism Research*, 2022, vol. 1(2), pp. 111–122. DOI 10.5038/2770-7555.1.2.1009
9. Çamsarı A. VIII. National IV. International Eastern Mediterranean Tourism Symposium (Rural Tourism). Mersin, 2019. 472 p
 10. Cengizci A., Aslıhan D., Başer G., Karasakal S. Exploring Push and Pull Motivations of Russian Tourists to Turkey. In: *Tourism Review International*, 2020, vol. 24, no. 2-3, pp. 127–141. DOI: <https://doi.org/10.3727/154427220X15912253254419>
 11. Cihangir E., Seremet M., Cihangir-Çamur K. Turkey at the crossroads: a study of geopolitics and tourism re-alignment. In: *Geography*, 2022, vol. 107, iss. 3, pp. 145–152. DOI: 10.1080/00167487.2022.2114165
 12. Ercik C., Atasoy A., eds. *Mersin Turizm Destinasyonu*. Ankara, 2022. 106 p.
 13. Gencer S., Akpınar Külekçi E. Determination of the recreational landscape potential of Tarsus (Mersin) district and its surroundings for tourism. In: *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 2023, no. 8, pp. 767–783. DOI: <https://doi.org/10.30785/mbud.1370681>
 14. Karaoğlu M., Sarıca A., Kara G. The Effect and Statistical Analysis of the Pandemic in the Port and Coastal Facilities in the Bay of Mersin. In: *Kent Akademisi Dergisi*. 2022, vol. 15, iss. 4, pp. 1707–1723. DOI: doi.org/10.35674/kent.1129552
 15. Koca H., Şahin İ. F. Turistik Aktiviteye Katkıları Yönünden Kızkalesi Kasabası. [Kızkalesi Town in terms of Touristic Activities]. In: *Türk Coğrafya Derg.*, 1998, no. 33, pp. 349–375.
 16. Kondrateva S. V. Exploring the Mediterranean Tourism Market: An Analysis of Russian Tourist Preferences, Trends, Specifics, and Contemporary Challenges. In: *The bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management*, 2023, no. 1, pp. 5–20. DOI: <https://dx.doi.org/10.24866/2311-2271/2023-1/5-20>
 17. Kondrateva S. V., Shlapenko E. A. Travel preferences of Finnish cross-border tourists: Opportunities and limitations for Russian Karelia. In: *Geographia Polonica*, 2021, vol. 94, iss. 4, pp. 555–572. DOI: <https://doi.org/10.7163/GPol.0220>
 18. Levent T., Levent Y., Birdir K., Sahilli Birdir S. Spatial planning system in Turkey. Focus on tourism destinations. In: Napierala T., Lesniewska-Napierala K., Cotellla G., eds. *Contemporary challenges of spatial planning in tourism destinations*, 2022, pp. 111–140. DOI: 10.18778/8331-149-4.06
 19. Levent Y., Levent T., Birdir K., Sahilli Birdir S. *Local attraction centre Kızkalesi: the natural and cultural assets for sustainable tourism*. Available at: chrome-extension://efaidnbmninnib-gcpajpcgclclefindmkaj/https://spot-erasmus.eu/wp-content/uploads/2023/03/TurkeyCaseStudy_SPOT_vFINAL.pdf (accessed: 11.05.2024).
 20. Mazlum A. Kentlileşme Sürecinde Toplumsal Farklılaşma ve Bütünleşme: Mersin İli Örneği. In: *International Journal Of Eurasia Social Sciences*, 2018, vol. 9, iss. 31, pp. 872–886.
 21. Oskay C. Mersin turizminin türkiye ekonomisindeki yeri ve önemi. In: *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2012, no. 21, pp. 185–202.
 22. Özdal H., Özertem H. S., Has K., Demirtepe M. T. Turkey-Russia relations in the post-cold war era: current dynamics, future prospects. In: *USAK report*, 2013, no. 13, pp. 55–67.
 23. Purnawarman A., Nurfadila A. Analysis of The Increase in Russian Tourist Visits to Turkey in The Implementation of Policies and Programs to Achieve Turkey's Tourism Targets Namely By 2023. In: *International Journal of Social Science Research and Review*, 2022, no. 5(12), pp. 157–169. DOI: <https://doi.org/10.47814/ijssrr.v5i12.662>
 24. Şahin L., Akça H. Effects of Russia's Economic Growth on Turkey's Tourism Sector. In: *International conference ON Eurasian Economies*, 2013, pp. 75–78. DOI: 10.36880/C04.00694
 25. Sarıkaya Levent Y., Sahin E., Levent T. The Role of Tourism Planning in Land-Use/Land-Cover Changes in the Kızkalesi Tourism Destination. In: *Land*, 2024, no. 13, p. 151. DOI: <https://doi.org/10.3390/land13020151>

26. Sinkovics R. F., Penz E. Social distance between residents and international tourists, Implications for international business. In: *International Business Review*, 2009, no. 18, pp. 457–469. DOI: 10.1016/j.ibusrev.2009.06.002
27. Uslu A., Akay B. Assessing the Effect of International Relations on Tourism Demand in The Context of Turkey-Russia Aircraft Crisis. In: *Journal of Tourism and Services*, 2019, no. 10(18), pp. 63–78. DOI: <https://doi.org/10.29036/jots.v10i18.84>
28. Yenipinar U., Bak E. Sustainability of City Destinations: A Case Study of Mersin City Council. In: Avcikurt C., Dinu M., Hacıoğlu N., Efe R., Soykan A., Tetik N., eds. *Global Issues and Trends in Tourism* Cevdet St. Kliment Ohridski University Press Sofia, 2016, pp. 255–268.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Svetlana V. Kondrateva – PhD (Economy), Senior Researcher, Department of Regional Economic Policy, Institute of Economics, Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

e-mail: svkorka@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Кондратьева Светлана Викторовна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник отдела региональной экономической политики Института экономики Карельского научного центра Российской академии наук;

e-mail: svkorka@mail.ru

FOR CITATION

Kondrateva S. V. Tourism development of the Mediterranean city of Mersin (Turkey): local's opinion. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2024, no. 3, pp. 80–106.

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-80-106

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Кондратьева С. В. Развитие туризма в средиземноморском городе Мерсин (Турция): мнение местных жителей // Географическая среда и живые системы. 2024. № 3. С. 80–106.

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-80-106

Научная статья

УДК 911.3:33+338.482 (575.1)

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-107-122

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО КАК ЭЛЕМЕНТ НОВЫХ ТУРИСТСКИХ ДЕСТИНАЦИЙ БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Даньшин А. И.¹, Мавлонов А. М.², Шабалина Н. В.³

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация
e-mail: alivda@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-6645-3510

² Бухарский государственный педагогический институт
200100, г. Бухара, ул. Пиридастгира, д. 2, Республика Узбекистан
e-mail: ahmadjonmavlonov1978@gmail.com; ORCID: 0009-0007-3158-0457

³ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация
e-mail: natshab@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-5591-6927

Поступила в редакцию 29.07.2024

После доработки 17.08.2024

Принята к публикации 05.09.2024

Аннотация

Цель. Определить возможное участие сельскохозяйственного производства в обеспечении развития туристских направлений в Бухарской области для привлечения дополнительного туристского потока и увеличения времени пребывания туристов в регионе.

Процедура и методы. На основе системных наблюдений и статистической информации, предоставленной Управлением статистики Бухарской области и Управлением сельского и водного хозяйства Бухарской области, и верифицированных в ходе экспедиционных исследований, выполненных в 2023–2024 гг., изучены современные потоки туристов в Бухарскую область. Оценены имеющиеся основные объекты туризма, определяющие современный туристский поток со спецификой для российского пользователя. На основе расчёта коэффициентов локализации сельского хозяйства выявлены возможные направления агротуризма для увеличения потока туристов и количества дней пребывания. Рассчитывалась порайонная специализация сельского хозяйства для выявления потенциальных дестинаций в развитии аграрного туризма в области.

Результаты. Установлен рост участия туристской отрасли в экономике Узбекистана на фоне общемировых трендов. Выявлены закономерности важнейших туристских потоков в Бухарской области (временной аспект): увеличение значения местного туризма и рост числа прибытий из России. На основе рассчитанных коэффициентов локализации сельского хозяйства и душевого производства продукции сельского хозяйства по областям Узбекистана показана ведущая роль Бухарской области в сельскохозяйственном производстве с высокой динамикой роста коэффициентов в последнее десятилетие. Более подробно проанализирована специализация районов Бухарской области на одном из самых туристско привлекательных направлений сельского хозяйства – плодоводстве. Выявлено,

что наиболее разнообразными по продукции плодородства являются Жондорский, Ромитанский, Пешкунский и Шафирканский районы. Определены главные тенденции развития туризма в районах Бухарской области на основе формирования новых направлений и маршрутов, сочетающие в себе несколько направлений туризма.

Теоретическая и/или практическая значимость. Дана современная оценка туристских потоков Узбекистана (внутренний туризм и внешний туризм). Выявлены узкие места туризма в Бухарской области. Предложены новые маршруты, включающие элементы религиозного, экологического и сельскохозяйственного туризма.

Ключевые слова: Бухарская область, сельский туризм, сельское хозяйство, туристские деревни, туристский поток

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

Original Research Article

AGRICULTURE AS AN ELEMENT OF NEW TOURIST DESTINATIONS IN THE BUKHARA REGION

A. Danshin¹, A. Mavlonov², N. Shabalina³

¹ Lomonosov Moscow State University

Leninskie Gory 1, Moscow 119991, Russian Federation

e-mail: alivda@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-6645-3510

² Bukhara State Pedagogical Institute

ul. Piridastgir 2, Bukhara 200100, Bukhara Region, Republic of Uzbekistan

e-mail: ahmadjonmavlonov1978@gmail.com; ORCID: 0009-0007-3158-0457

³ Lomonosov Moscow State University

Leninskie Gory 1, Moscow 119991, Russian Federation

e-mail: natshab@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-5591-6927

Received 29.07.2024

Revised 17.08.2024

Accepted 05.09.2024

Abstract

Aim. To determine the possible participation of agricultural production in ensuring the development of tourist destinations in the Bukhara region in order to possibly attract additional tourists and increase the time spent by tourists in the Bukhara region.

Methodology. Based on systematic observations and statistical information, modern tourist traffic to the Bukhara region has been studied, and the existing main tourism facilities that determine modern tourist traffic with specifics for the Russian user have been evaluated. Based on the calculation of the coefficients of localization of agriculture, possible directions of agro-tourism have been identified to increase the traffic of tourists and the number of days of stay. The regional specialization of agriculture was calculated to identify potential destinations in the development of agricultural tourism in the region.

Results. The growth of the participation of the tourism industry in the economy of Uzbekistan has been established against the background of global trends. The patterns of the most important tourist traffic in the Bukhara region (time aspect) are revealed: an increase in the importance of local tourism and an increase in the number of arrivals from Russia. The leading role of the Bukhara region in agricultural production with high growth rates in the last decade is shown based on calculated coefficients of localization of agriculture and per capita production of agricultural products in the regions of Uzbekistan. The specialization of the districts of the Bukhara region in one of the most tourist-attractive areas of agriculture - fruit growing is analyzed in more detail. The most diverse fruit production areas are Zhondorsky, Romitan, Peshkunsky and Shafirkan districts. The main trends in the development of tourism in the districts of the Bukhara region have been identified based on the formation of new directions and routes combining several areas of tourism.

Research implications. A modern assessment of the tourist flows of Uzbekistan (domestic tourism and foreign tourism) is given. The bottlenecks of tourism in the Bukhara region have been identified. New routes have been proposed, including elements of religious, ecological and agricultural tourism.

Keywords: Bukhara region, agriculture, rural tourism, tourist villages, tourist flow

Acknowledgments. The work of agricultural specialization was carried out within the framework of the state task of the Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University "Modern dynamics and factors of socio-economic development of regions and cities of Russia and neighboring countries" (no. 121051100161-9).

Введение

Туризм в XXI в. становится отраслью, обеспечивающей как удовлетворение потребностей населения в определённом виде услуг, так и развитие важного направления экономики государства или административных территорий более низкого ранга. Сфера туризма в последние десятилетия имеет существенные показатели роста в абсолютном и в относительном выражении, но при этом очень чувствительно реагирует на возможные мировые катаклизмы в виде геополитических конфликтов или пандемии COVID-19. Если в допандемийном 2019 г. вклад туризма в мировой ВВП составил 9,63 трлн долл. США (10,3% в структуре ВВП), то в 2020 г. абсолютные показатели снизились в 2 раза¹. В

2023 г. значения вернулись к среднефлуктуационным, но по странам мира разброс остаётся достаточно высоким.

Максимальные показатели участия туризма в экономике присущи Специальному административному району Макао (КНР) – более 50% в ВВП. В странах постсоветского пространства значения колеблются в пределах нескольких процентов. Так, по заявлению заместителя председателя правительства Российской Федерации Д. Чернышенко, вклад туризма в ВВП России по итогам 2023 г. составил 2,8%². В Республике Узбекистан этот показатель также невысок (2019 г. – 2,6%, 2022 г. – 1,4%)³. По данным Всемирной турист-

¹ Статистический бюллетень Росстата к Всемирному дню туризма–2022 // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tourism_2022.pdf (дата обращения: 12.07.2024).

² Чернышенко оценил вклад туризма в ВВП России // Агентство Прайм: [сайт]. URL: <https://1prime.ru/20240502/turizm-847859824.html> (дата обращения: 12.07.2024).

³ Доля ВВП, создаваемой непосредственно в туризме, в ВВП страны // SIAT: [сайт]. URL: <https://siat.stat.uz> (дата обращения: 12.07.2024).

ской организации (ВТО), туризм занимает третье место среди экспортно-ориентированных секторов экономики после топливной и химической промышленности¹. Каждая страна считает, что в настоящее время туризм может стать важнейшей статьёй доходов, учитывая всёвозрастающие потребности населения мира в познании окружающей действительности.

По данным ВТО², объём мирового рынка сельского туризма в 2023 г. превысил 100 млрд долл. США. В период с 2023 по 2033 г. среднегодовой рост (на уровне 6,8%) должен способствовать дальнейшему росту этого сегмента рынка. Согласно источнику к основным тенденциям развития сельского туризма в мире относятся:

- рост популярности сельского туризма среди людей, которые интересуются уникальными и экзотическими культурными пространствами;

- появление бизнес-возможностей в сельских районах для создания мультипликативного эффекта от сопряжённых отраслей;

- развитие агротуризма, который способствует повышению сельскохозяйственной производительности по всему миру для стран, где интенсивно растёт сельское население, дробятся сельскохозяйственные участки;

- дополнительный доход, который приносит сельский туризм, может воз-

родить местные ремёсла и народное искусство;

- активное участие правительств стран в продвижении сельского туризма;

- аграрный туризм в странах более слабой экономики отличается от стран экономического достатка, в которых туристы всё чаще посещают эти места, чтобы отвлечься от шума и суеты своей беспокойной жизни в оживлённых городах. В том же Узбекистане условия в сельской местности пока ещё не отвечают многим запросам путешественников. А если хозяева вынуждены приспосабливаться к предпочтениям туристов, то исчезает элемент аутентичности.

В Узбекистане относительно высокая роль туризма определяется наличием на территории республики исторических памятников от I–III вв. (буддистские храмовые комплексы в Сурхандарьинской области) [8] до конца XVIII в. (Хивинский государственный историко-архитектурный музей-заповедник Ичан Кала³). В списке Всемирного наследия ЮНЕСКО в Узбекистане находится 7 дестинаций: Ичан-Кала (Внутренняя крепость) г. Хива, исторический центр г. Бухара, исторический центр г. Шахрисабз, Самарканд – перекрёсток культур, Великий шёлковый путь (Зеравшано-Каракумский коридор), из природных памятников – Западный Тянь-Шань и

¹ International Tourism Highlights, 2023 Edition – The Impact of COVID-19 on Tourism (2020–2022) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.e-unwto.org/doi/epdf/10.18111/9789284424986> (дата обращения: 12.07.2024).

² Rural Tourism Industry Outlook (2023 to 2033) // Future Market Insights Inc: [сайт]. URL: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/rural-tourism-market> (дата обращения: 09.09.2024).

³ Хивинский государственный историко-архитектурный музей-заповедник Ичан Кала – один из крупнейших на постсоветском пространстве музей-заповедник (площадь 26 га). Это целостное архитектурное сооружение, окружённое мощной крепостной стеной, с четырьмя воротами, в его пределах сосредоточены все основные памятники архитектуры [7].

Холодные пустыни Турана¹. Наличие нескольких городов с ярко выраженными историческими центрами привлекает значительное количество туристов.

Число иностранных туристов за последние 12 лет возросло с 1 895 тыс. чел. (2012 г.) до 6 626 тыс. чел. (2023 г.), т. е. почти в 3,5 раза².

Сегодня, понятное дело, наибольший поток приезжающих в страну связан не с посещением достопримечательностей, т. к. 3 главные по потокам страны – это соседи, в т. ч. с высокой долей узбекского населения, что приводит не только к поездкам туристического характера, но и с целью посещения родственников. На Таджикистан, Кыргызстан и Казахстан приходится около 80% всех посещений. В 2023 г. более 10% всех туристов – россияне. Именно для групп туристов, приезжающих из районов с несхожими чертами экономики, в т. ч. сельского хозяйства, возможно формирование новых дестинаций в сельской местности Узбекистана.

Необходимость расширения использования разных направлений туристского потенциала Бухарской области, в т. ч. в аграрной отрасли, требует расчёта локализации отдельных направлений сельского хозяйства в системе сельскохозяйственного производства Узбекистана для понимания специфики отрасли в Бухарской области, возможности выделения этой специфики как аттрактора для тури-

стов с формированием нового аграрно-экологического направления туризма Нижнего Зеравшана.

Поэтому основной целью работы является определение перспективного участия сельскохозяйственного производства в развитии туристских дестинаций в Бухарской области

Развитие туризма в современном Узбекистане в основном формируется государственными решениями. Важнейшие начинания связаны с руководством страной Ш. М. Мирзиёевым, который в качестве стратегического сектора экономики определил именно развитие и продвижение туристского потенциала Узбекистана.

Стратегия развития нового Узбекистана предполагает эволюцию индустрии туризма, обеспечение высоких темпов роста, повышения её роли и доли в экономике, диверсификацию туристических услуг, увеличение экспортного потенциала, развитие инфраструктуры объектов туристического и культурного наследия³. Поэтому ставятся задачи для научных и практических исследований по направлениям туризма и по регионам туристских привлекательностей.

Исследования туризма и туристических потоков в Узбекистане ведутся планомерно и часто на местном уровне: учёные регионального вуза изучают именно свою территорию. Есть работы, посвящённые общеметодическим вопросам развития туризма в Узбекистане [6; 10; 13; 14; 16; 17], в т. ч. и на фоне зарубежных исследований для

¹ Список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО в Узбекистане // ЮНЕСКО: [сайт]. URL: <https://whc.unesco.org/en/list/&&order=country> (дата обращения: 09.09.2024).

² Численность иностранных туристов, приехавших в Узбекистан, тыс. чел. // SIAT: [сайт]. URL: <https://siat.stat.uz> (дата обращения: 12.07.2024).

³ Указ Президента Республики Узбекистан от 28.01.2022 г. № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы» // Законодательство Узбекистана: [сайт]. URL: <https://lex.uz/docs/5841077> (дата обращения: 12.07.2024).

стран развивающейся экономики [19; 20]. Для таких стран теории пространственного развития транспонируются на платформу туризма с целеполаганием серьёзного участия туризма в становлении национальной экономики.

Естественно значительное количество региональных работ посвящено территориям с насыщенным потенциалом туристских объектов, в т. ч. в виде диссертационного исследования [1; 5; 9; 11; 12; 21].

Для Бухарской области как одной из приоритетных территорий туристского развития решением Кабинета министров «О мерах по дальнейшему развитию туризма в Бухарской области в 2022–2026 гг.»¹ предполагается увеличить количество иностранных туристов до 1,8 млн чел. и внутренних туристов – до 4,1 млн чел., а объём экспорта услуг – до 300 млн долл. США. При этом должно существенно возрасти число отелей, гостевых домов, должна повыситься обеспеченность интернетом. Специально для российских туристов намечено создание специальных турпакетов для путешествий по таким направлениям как агро- эко-, этнотуризм, гастрономический шопинг, паломничество. Важно, что сочетание отдельных видов туризма (особенно аграрного, этнографического и гастрономического), в т. ч. и в сельской местности, имеющей значительное разнообразие ландшафтов, отличающиеся по традициям народы, сложную сельскохозяйственную специализацию, за счёт синергии этих направлений по-

зволят создавать новые привлекательные туристские продукты.

Для увеличения туристского потока необходим ремонт внутренних дорог, улучшение качества питьевой воды. Предполагается создание таких объектов, практикуемых в Узбекистане, как «Туристическая деревня», «Туристическая ферма», «Туристская махалля».

Большинство туров для иностранных туристов отводят на Бухару и окрестности не более 2 дней (например, ZiyaraTour)². При этом окрестности – это посещение 7 захоронений великих суфиев братства Накшбандия (7 пиров) [15]. Паломнический туризм – это ещё и важный элемент внутреннего потока туристов. Считается, что суфизм оказал большое влияние на образ жизни, культуру и социально-философские представления народов, живущих на территории Узбекистана, в той или иной степени нашёл отражение во всех сферах – от религиозного вероучения до творческой деятельности, в т. ч. в науке, литературе и искусстве, поэтому в выходные и особенно праздничные дни (когда число выходных дней 3-4) поток туристов из разных регионов страны устремляется в важнейший центр истории суфизма – Бухару [3].

Потенциал Бухарской области в сфере развития туризма

В Бухаре, памятнике истории, осматривается исторический центр с посещением нескольких важных локаций. Вся историческая часть Бухары простирается всего на 3 км с запада на восток и на 2 км с севера на юг, поэто-

¹ Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему развитию туризма в Бухарской области в 2022–2026 гг.» // Законодательство Узбекистана: [сайт]. URL: <https://lex.uz/docs/5841077> (дата обращения: 12.07.2024).

² Туристическая компания «ZiyaraTour»: [сайт]. URL: <https://ziyaratour.uz> (дата обращения: 24.08.2024).

му осмотр возможен пешком и много времени не занимает.

Для повышения доходности от туризма мы предлагаем увеличить туристское плечо использования Бухары и Бухарской области за счёт не только уже имеющего место паломнического туризма, но и включением сельского хозяйства в систему туристских отношений, созданием новых дестинаций, как для иностранного, так и для внутреннего туризма.

Мы придерживаемся понимания одного из первых классических определений дестинации А. Буркарта и С. Медлика, относящегося к концу 1970-х – началу 1980-х гг. [18], где туристская дестинация определяется как автономный центр или географическая единица, которую посещают туристы, но для нас – это пространство/локация, которое могут посещать туристы, где сосредоточено несколько возможных объектов посещения, или они могут быть посещаемы в виде векторных выездов из одной точки. Нашу трактовку понятия туризма в сельской местности мы несколько раз обсуждали в профессиональных журналах [4], поэтому в данном случае только констатируем, что для Бухарской области необходимо его понимание в самом широком смысле слова, т. е. использование сельской местности как туристской дестинации.

Развитие сельского хозяйства Бухарской области в постсоветские годы трансформируется под влиянием 3 факторов:

1. институционального (за счёт важнейших государственных решений по развитию отрасли);

2. природного (увеличивающийся дефицит воды, как в связи с глобаль-

ным потеплением, так и программой развития экономики в Афганистане (дополнительный забор воды));

3. демографического (необходимость обеспечения быстро растущего населения продуктами питания при повышении его качества и количества) [2].

При этом на данный момент отрицательные позиции для развития компенсируются положительными. Наблюдающийся рост сельскохозяйственного производства даёт повышение коэффициентов локализации и душевого производства как признаков положительных трендов (табл. 1). Более высокие показатели в Бухарской области говорят о поступательном движении отрасли.

В Бухарской области, как и везде в Узбекистане, роль крупных сельскохозяйственных организаций невелика, хотя имеет тенденции к росту (с 1,1% – в 2013 г. до 6,8% – в 2023 г. в общей продукции сельского хозяйства¹), высоко значение фермерских хозяйств (соответственно 25,9% и 32,1%). Показатели дехканских хозяйств (хозяйств населения) имеют небольшой тренд снижения участия в производстве продукции (с 73,0% до 61,6%). Именно личные хозяйства могут стать в авангарде туризма на селе, что позволит им увеличить доходность личной экономики.

Сложившаяся и уже длительное время существующая специализация сельского хозяйства области обусловлена сочетанием оазисного земледелия в пределах долины Зеравшана (использование вод реки и привнесённых вод Амударьи посредством Аму-Бухарско-

¹ Интегрированная информационная система статистической информации Республики Узбекистан // SIAT: [сайт]. URL: <https://siat.stat.uz> (дата обращения: 12.07.2024)

Таблица 1 / Table 1

Динамика локализации сельскохозяйственной отрасли в регионах Республики Узбекистан / Dynamics of localization of the agricultural sector in the regions of the Republic of Uzbekistan

	Валовая продукция сельского хозяйства, млрд сумов			Коэффициент локализации сельского хозяйства			Коэффициент душевого производства продукции сельского хозяйства		
	2010	2022	2022/2010	2010	2022	2022/2010	2010	2022	2022/2010
Республика Каракалпакстан	990,4	13348,2	13,48	1,16	1,15	0,99	0,55	0,70	1,27
Андижанская область	2841,1	35587,4	12,53	1,62	1,64	1,01	1,01	1,12	1,11
Бухарская область	2426,3	32867,5	13,55	1,33	1,85	1,39	1,37	1,70	1,24
Джизакская область	1736,2	23239,2	13,39	2,00	2,19	1,09	1,41	1,65	1,17
Кашкадарьинская область	2753,7	32240,7	11,71	1,01	1,69	1,66	0,96	0,97	1,01
Навоийская область	1349,7	15151,7	11,23	0,80	0,57	0,72	1,44	1,50	1,04
Наманганская область	1908,9	25157,7	13,18	1,45	1,61	1,11	0,77	0,88	1,14
Самаркандская область	5368,6	40428,1	7,53	2,09	1,70	0,82	1,56	1,02	0,66
Сурхандарьинская область	2286,8	26755,7	11,70	1,72	2,02	1,17	1,00	1,00	1,00
Сырдарьинская область	1075,0	11523,3	10,72	1,63	1,64	1,01	1,37	1,34	0,98
Ташкентская область	3617,8	33010,7	9,12	1,21	0,90	0,75	1,27	1,15	0,90
Ферганская область	2570,0	32737,0	12,74	1,21	1,51	1,24	0,76	0,86	1,13
Хорезмская область	1932,2	23144,5	11,98	1,71	1,85	1,08	1,12	1,23	1,09
город Ташкент, по официальным данным, не производит сельскохозяйственную продукцию									

Источник: составлено по: Интегрированная информационная система статистической информации Республики Узбекистан // SIAT: [сайт]. URL: <https://siat.stat.uz> (дата обращения: 12.07.2024)

го канала) и частичным использованием внутриазиатских неорошаемых земель для выпаса скота. В советские годы была предпринята попытка продвижения вглубь пустыни (на северо-запад области) как на основе орошения (хлопководство), так и для выпаса каракульских овец, например, совхоз «50 лет Октября». Но в постсоветское время в связи с нарастанием дефицита воды некоторые из этих земель были заброшены.

Узкий спектр возможного землепользования сельскохозяйственных земель приводит к условиям формирования «эффекта колеи». В начале XX в. орошаемые севообороты состояли из чередования следующих культур (Бухарская часть Зеравшанской долины – 303,5 тыс. га): пшеница (42,0%), хлопчатник (28,4%), люцерна (12,5%), рис (0,5%) и прочие культуры (7,0%). Богарные участки на территории в современных границах области не встре-

чались. На огородах выращивались капуста, свёкла, морковь, огурцы, лук, редька, стручковый перец, за пределами населённого пункта – бахчи (огороды и бахчи – вместе 4,6% орошаемых земель), сады и виноградники – 5,0%. Животноводство как таковое было представлено лишь в периферийных частях территории, с использованием в течение всего года пустынных пастбищ¹.

В середине XX в. после введения в строй Аму-Каракульского и Аму-Бухарского каналов расход воды возможно было увеличить до 3 млрд м³, что составляло почти 60% годового стока Зеравшана. Посевные площади были расширены до 195 тыс. га, из которых на технические культуры приходилось 147 тыс. га (75%)².

В настоящее время орошается чуть более 200 тыс. га, вместе с повторными посевами засеваемая площадь составляет 240 тыс. га, причем под хлопчатником только 42% площадей, под зерновыми наблюдается значительный рост показателей до 77 тыс. га (32%).

Конечно же эти основные культуры вряд ли интересуют иностранных туристов, хотя немногие россияне видели, как цветёт хлопчатник. Более интересным, скорее, в весеннее время будет цветение миндаля, абрикоса, граната, во второй половине лета и осенью – изобилие фруктов и овощей.

Сельское хозяйство Бухарской области выделяется среди других отраслей экономики как наиболее дифференцированная по количеству направлений. Для характеристики сельского хозяйства было проведено ранжирование показателей производства в каждом из направлений сельского хозяйства, суммирование рейтингов и получение средней величины, соотносённой с рейтингом района в системе площадных показателей (сельскохозяйственные угодья) (рис. 1). Территории, имеющие высокие рейтинговые позиции и по растениеводству, и по животноводству, в большей степени обладают сельскохозяйственной привлекательностью для туристов.

На основе Указа президента Республики Узбекистан. № УП-5781³ и Постановления Кабинета министров РУ №543⁴ в Бухарской области создано 15 туристских кварталов и деревень (табл. 2). В Постановлении говорится, что необходимо предоставление туристам не менее 5 туристических услуг различного качества (кроме услуг по проживанию и/или питанию) на выделенной туристской территории, а также организация одного из следующих видов туризма:

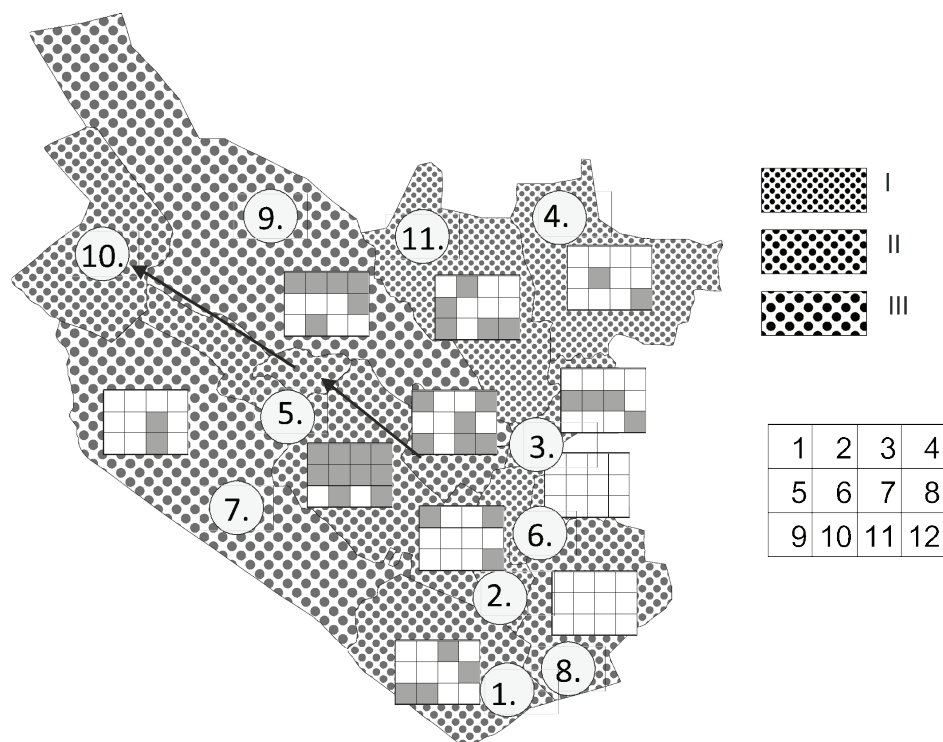
1. экологический (геотуризм);
2. агротуризм (сельский);
3. этнографический;
4. культурно-исторический.

¹ Атлас Азиатской России. СПб.: Переселенческое управление Главного управления землеустройства и земледелия, 1914. 24 с., 91 л. ди-агр., карт.: ил.; 55.

² Материалы по природно-экономической характеристике сельскохозяйственных микрорайонов СССР: (Опыт деления с.-х. территории СССР на микрорайоны в целях специализации и размещения сельского хозяйства). Ч. 2. М.: Экономиздат, 1962. 792 с.

³ О мерах по дальнейшему развитию сферы туризма в Республике Узбекистан // Законодательство Узбекистана: [сайт]. URL: <https://lex.uz/ru/docs/4474549> (дата обращения: 12.07.2024)

⁴ Постановление Кабинета министров Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему развитию туризма в Бухарской области в 2022–2026 гг.» // Законодательство Узбекистана: [сайт]. URL: <https://lex.uz/docs/5841077> (дата обращения: 12.07.2024).



Потенциал сельского хозяйства для туризма:

I – административные районы высокого сельскохозяйственного рейтинга;
 II – административные районы среднего сельскохозяйственного рейтинга;
 III – административные районы пониженного сельскохозяйственного рейтинга

Специализация сельского хозяйства на

плодовых культурах: 1 – яблоки, 2 – груша, 3 – айва, 4 – слива, 5 – черешня, 6 – абрикос, 7 – персик, 8 – миндаль, 9 – инжир, 10 – хурма, 11 – гранат, 12 – виноград

Административные районы

Бухарской области (цифра в круге):

1. Алатский, 2. Бухарский, 3. Вабкентский, 4. Гиждуванский, 5. Жондорский, 6. Каганский, 7. Каракульский, 8. Караулбазарский, 9. Пешкунский, 10. Ромитанский (имеет 3 разделённых выдела), 11. Шафирканский

Рис. 1 / Fig. 1. Туристская привлекательность сельского хозяйства Бухарской области / The tourist attraction of agriculture in the Bukhara region.

Источник: составлено авторами

Как правило, виды туризма совмещаются.

Для возникновения и развития агротуристского направления в этих деревнях необходимо выделить наиболее туристоориентированные отрасли сельского хозяйства, которые сформи-

руют бренд этого населённого пункта (квартала). Мы предлагаем ориентироваться на такие отрасли сельского хозяйства, которые имеют менее пространственный фон, чем зерновое и хлопковое хозяйство, молочное скотоводство. В значительной степени

Таблица 2 / Table 2

Список туристических поселений (сёл (махалля)) в административных единицах Бухарской области / List of tourist settlements (villages (mahalla)) in the administrative divisions of the Bukhara region

	Название города и района	Туристический микрорайон (село)
1	г. Бухара	квартал (махалля) «Турки Жандий»
2		квартал (махалля) «Джалал Икрамий»
3	г. Каган	квартал (махалля) Темир Ёлчи
4	Бухарский район	с. Чорбакр
5	Вобкентский район	квартал (махалля) Ширин
6	Ромитанский район	с. Курган
7	Каганский район	с. Касри Орифон
8	Алатский район	квартал (махалля) Старый Алат
9	Джондорский район	квартал (махалля) Зарафшан
10	Каракольский район	квартал (махалля) Достлик
11	Караулбазарский район	квартал (махалля) Чолкувар
12	Шафирканский район	квартал (махалля) Богиафзал
13	Пешкусский район	квартал (махалля) Зандани
14	Гиждуванский район	квартал (махалля) Кургон
15		квартал (махалля) Чорсу

Источник: Постановление Кабинета министров Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему развитию туризма в Бухарской области в 2022–2026 гг.» // Законодательство Узбекистана: [сайт]. URL: <https://lex.uz/docs/5841077> (дата обращения: 12.07.2024).

большинство направлений возможной привлекательности для туристов связаны с растениеводством. В животноводстве – это может быть каракулеводство (Жондорский, Гиждуванский и Каракульский районы), верблюдоводство (Пешкунский район), пчеловодство (Гиждуванский, Каракульский и Ромитанский районы).

Районы высокого сельскохозяйственного рейтинга, как правило, обладают и значительным разнообразием отраслей, особенно в растениеводстве. Дополнительными факторами, определяющими разнообразие, будет площадь района и наличие разных ландшафтов в пределах административных границ. Естественно, менее значимы для восприятия туристами овощные

культуры, но в качестве продвижения быстро растущего сегмента производства овощей (за последние 10 лет более чем в 1,5 раза¹) возможно создание праздника «Помидор». Вторым продуктом в условиях зимнего выращивания может быть капуста.

Наиболее интересны для восприятия туристами плодовые культуры и виноград. Самым насыщенным по плодовым культурам оказался Жондорский район (10 позиций), 6 позиций имеет Ромитанский район, по 5 – Пешкунский и Шафирканский (рис. 1.). Не выделяются Каганский и Караулбазар-

¹ Интегрированная информационная система статистической информации Республики Узбекистан (SIAT): [сайт]. URL: <https://siat.stat.uz> (дата обращения: 12.07.2024)

ский районы. Каганский район, достаточно маленький по размерам, является частью Бухарской агломерации, что приводит к значительному разнообразию сельскохозяйственного производства и не даёт ярко выраженных отраслей специализации. Караулбазарский район – достаточно новый и наиболее промышленно развитый с небольшой территорией сельскохозяйственного освоения.

Необходимо определить важнейшие направления плодородства в качестве бренда района и создать соответствующую рекламную инфраструктуру для их продвижения. Дополнительные исследования помогут сформировать сочетания нескольких направлений туризма при проявлении мультипликативного эффекта.

Заключение

Развитие мировой туристской отрасли предполагает формирование таких условий развития, которые бы позволяли удовлетворять растущие запросы людей по пребыванию в районах высокой аттракции. Узбекистан, в частности, располагает значительным потенциалом для развития туризма, но на современном этапе он способен нарастить реализацию экспортного потенциала за счёт привлечения дополнительного числа туристов. Сложная геополитическая ситуация для России может положительно сказаться на увеличивающемся потоке российских туристов.

Динамичное развитие отрасли в Узбекистане помимо возрастания значения сервисных услуг требует также определённой трансформации её территориальной организации. Это касается, в первую очередь, увеличения

локаций в ареалах значительного туристского посещения: Хивы, Бухары, Самарканда, Коканда и Ташкента (как основного международного аэропорта страны).

Для Бухарской области, помимо историко-архитектурной составляющей туризма, дополнительным стимулом может быть посещение 7 пиров (захоронений) великих суфиев братства Накшбандия, где к местам захоронений великих суфиев в течение всего исторического периода подхоранивали великих ханов и их семейства, других известных исторических персонажей.

Выявленные тенденции развития сельского хозяйства, несущие в последние годы положительные тенденции для экономики области, могут быть вовлечены в туристское направление как важные элементы привлекательности. Специфика сельского хозяйства связана, в первую очередь, с растениеводческими отраслями (более интересны плодородство и виноградарство), хотя в периферийных частях области возможной отраслью показа может стать каракульское овцеводство в сочетании с ландшафтами пустынь.

Специфика аграрного и экологического туризма в сельской местности требует разработки всесезонных маршрутов с упором на те возможные дестинации, которые в соответствующий сезон могут быть показаны/востребованы.

Реализация государственной программы развития «Туристских деревень/сёл», «Туристских махалля», требуют комплексного подхода в развитии туризма в сельской местности.

Для этого необходима соответствующая подготовка специалистов-гидов, имеющих обширные знания в области

географии, истории, современных процессов экономики. Наличие соответствующих специальностей в Бухарском государственном университете и Бухарском педагогическом институте позволяет устранить этот недостаток при условии знания иностранных языков.

Требования по размещению туристов в туристских сёлах позволяют сочетать направления разных видов туризма, используя местные ландшафтные и исторические факторы. Так, в Ромитанском районе с. Курган (Қўрган) – туристское поселение – располагается в непосредственной близости от развалин древней крепости Ромитан (холм Ромитан), из 7 пиров Бухары четвёртый (святылище Ходжи Али Ромитани (Ходжи Азизона)) и пятый (святыня Мухаммада Бабая Самоси) находятся в Ромитанском районе,

в сельскохозяйственной специализации именно с. Курган выделяется как важная территория по выращиванию граната, инжира, винограда. Дополнительно, как одно из направлений в этом кластере, возможны экологические экскурсии в пустыню. Сочетание разных видов туризма увеличит доходность создаваемых туристских домов и в целом этого населённого пункта.

Становление аграрного направления туризма может повлечь за собой развитие такого известного в мире направления как «от поля к столу» при непосредственном участии агротуристов (приготовление блюд из экологически чистых продуктов, выращенных в данной местности). Фестивали тех или иных сельскохозяйственных продуктов могут быть приурочены к дням национальных праздников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимова М. Т. Особенности и тенденции развития регионального рынка туризма (на примере Самаркандской области): автореферат дис. ... док. экон. наук. Самарканд, 2017. 62 с.
2. Даньшин А. И., Мавлонов А. М., Эргашев А. К. Сельскохозяйственная проекция на антропогенные ландшафты Бухарской области // Антропогенное ландшафтоведение: методы исследования, модернизация и устойчивое развитие: мат-лы конф. / отв. ред. С. Б. Аббасов. Самарканд, 2024. С. 243–247
3. Мухитдинова Ф. А. История развития суфизма: и её научное значения в современном Узбекистане // Евразийский Союз Ученых. 2019. № 9. С. 38–40.
4. Сарафанова А. Г., Шабалина Н. В., Сарафанов А. А. Сельский и агротуризм: подходы к определению // Современные проблемы сервиса и туризма. 2020. Т. 14. № 1. С. 100–108.
5. Тураев З. Н. Приоритетные направления развития сферы туризма в Сурхандарьинской области: автореф. дис. ... док. экон. наук. Ташкент, 2022. 63 с.
6. Тухлиев Н., Абдуллаева Т. Национальные модели развития туризма. Ташкент, 2006. 424 с.
7. Хива – жемчужина Востока и для третьего тысячелетия! / Г. Дурдиева, К. Сабуров, Б. Худайбергенов, З. Рахимов [Электронный ресурс] // Academia. Архитектура и строительство. 2021. № 2. URL: <https://aac.raasn.ru/index.php/aac/article/view/301> (дата обращения: 12.07.2024).
8. Шойсупова М. А. О расположении памятников буддийского искусства Сурхандарьинской области // Экономика и социум. 2023. № 12. [Электронный ресурс]. URL: https://www.iupr.ru/_files/ugd/b06fdc_3e31d7eb81804d5da04a500289ebaa71.pdf?ind (дата обращения: 12.07.2024).

9. Бекназаров Ф. А. Самарқанд вилоятининг зиёрат туризми ресурслари ва улардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш имкониятлари // Иқтисодиёт ва инновацион технологиялар. 2022. Т. 10. № 3. В. 386–391.
10. Валиев Б. Б. Ўзбекистонда туризмнинг замонавий йўналишларини ривожлантириш хусусиятлари // Builders of the Future. 2022. № 5. С. 202–208.
11. Мавлонов А. М., Шокиров А. А. Сув ресурслари ва туризмнинг ривожланиши (Бухоро вилояти мисолида) [Электронный ресурс] // Экономика и социум. 2023. № 10. URL: <https://www.iupr.ru/10-113-2023> (дата обращения 17.07.2024).
12. Норчаев А. Н. Замонавий туризм инфратузилмасининг шаклланиш ва ривожланиш тенденциялари. ДСс дис. Ташкент, 2021. 246 б.
13. Пардаев М. Қ., Атабаев Р. Туристик ресурсларни таҳлил қилиш ва баҳолаш. Самарқанд: СамИСИ, 2006. 137 б.
14. Пардаев М. Қ., Мухаммедов М. М., Пардаев Б. Р. Ўзбекистонда туризмини ривожлантиришнинг стратегик йўналишлари [Электронный ресурс] // Modern education and development. 2024. Vol. 1. № 4. URL: <https://moderndedu-dv.com/index.php/dv/issue/archive> (дата обращения 17.07.2024)
15. Рахимов К. Тарикат хваджаган-накшбандийа и семь пиров. Казань: ИД «МедДок», 2020. 180 с.
16. Тураев З. Н. Туризмнинг иқтисодиёт тармоғи сифатидаги эволюцияси ва ривожланиш босқичлари // Иқтисод ва молия. 2021. № 9. Б. 2–12.
17. Эштаев А. А. Туризм индустриясини бошқаришнинг маркетинг стратегияси. Т.: Фан, 2011. 280 б.
18. Burkart A. J., Medlik S. Tourism. Past, present and future. London, Heinemann, 1981. 352 p.
19. Harrison D. Development theory and tourism in developing countries: what has theory ever done for us? // IJAPS. 2015. Vol. 11. P. 53–82.
20. Mowforth M., Munt I. Tourism and Sustainability: Development, Globalisation and New Tourism in the Third World. London: Routledge, 2009. 376 p.
21. Togaymurodov E. Agritourism and Farmers Diversification in Samarkand Region // Academic Research in Educational Sciences. 2022. Vol. 3. Iss. 1. P. 28–34. DOI: <https://doi.org/10.24412/2181-1385-2022-01-28-34>

REFERENCES

1. Alimova M. T. *Osobennosti i tendentsii razvitiya regional'nogo rynka turizma (po tipu Samarandskoy oblasti): avtoreferat dis. ... dok. ekon. nauk* [Features and trends of development of the regional tourism market (on the example of the Samarkand region): abstract of Dr. Sci. thesis in Economic sciences]. Samarkand, 2017. 62 p.
2. Danshin A. I., Mavlonov A. M., Ergashev A. K. [Agricultural projection on anthropogenic landscapes of the Bukhara region]. In: Abbasov S. B., ed. *Antropogennoye landshaftovedeniye: metody issledovaniya, modernizatsiya i ustoychivoye razvitiye* [Anthropogenic landscape science: research methods, modernization and sustainable development]. Samarkand, 2024, pp. 243–247.
3. Mukhitdinova F. A. [History of the development of Sufism: and its scientific significance in modern Uzbekistan]. In: *Yevraziyskiy Soyuz Uchenykh* [Eurasian Union of Scientists], 2019, no. 9, pp. 38–40.
4. Sarafanova A. G., Shabalina N. V., Sarafanov A. A. [Rural and agrotourism: approaches to definition]. In: *Sovremennyye problemy servisa i turizma* [Modern problems of service and tourism], 2020, vol. 14, no. 1, pp. 100–108.
5. Turaev Z. N. *Prioritetnyye napravleniya razvitiya sfery turizma v Surkhandarinskoy oblasti:*

- avtoref. dis. ... dok. ekon. nauk [Priority directions for the development of tourism in the Surkhandarya region: abstract of Dr. Sci. thesis in Economic sciences]. Tashkent, 2022. 63 p.
6. Tukhliiev N., Abdullaeva T. *Natsionalnyye modeli razvitiya turizma* [National models of tourism development]. Tashkent, 2006. 424 p.
 7. Durdieva G., Saburov K., Khudayberganov B., Rakhimov Z. *Khiva – zhemchuzhina Vostoka i dlya tret'yego tysyacheletiya!* [Khiva is the pearl of the East even for the third millennium!]. In: [Academia. Architecture and construction], 2021, no. 2. Available at: <https://aac.raasn.ru/index.php/aac/article/view/301> (accessed: 12.07.2024).
 8. Shoyusupova M. A. [On the location of monuments of Buddhist art of the Surkhandarya region]. In: *Ekonomika i sotsium* [Economy and Society], 2023, no. 12. Available at: https://www.iupr.ru/_files/ugd/b06fdc_3e31d7eb81804d5da04a500289ebaa71 (accessed: 12.07.2024).
 9. Beknazarov F. A. Resources of pilgrimage tourism of the Samarkand region and opportunities for increasing the efficiency of their use. In: *Economy and innovative technologies*, 2022, vol. 10, no. 3, pp. 386–391.
 10. Valiev B. B. Features of the development of modern directions of tourism in Uzbekistan. In: *Builders of the Future*, 2022, no. 5, pp. 202–208.
 11. Mavlonov A. M., Shokirov A. A. Water resources and tourism development (on the example of the Bukhara region). In: *Economy and society*, 2023, no. 10. Available at: <https://www.iupr.ru/10-113-2023> (accessed: 17.07.2024).
 12. Norchaev A. N. *Formation and development trends of modern tourism infrastructure*. DSc diss. Tashkent, 2021. 246 p.
 13. Pardaev M. Q., Atabaev R. *Analysis and assessment of tourist resources*. Samarkand: SamISI, 2006. 137 p.
 14. Pardaev M. Q., Muhammedov M. M., Pardaev B. R. Strategic directions of tourism development in Uzbekistan. In: *Modern education and development*, 2024, vol. 1, no. 4. Available at: <https://modernedu-dv.com/index.php/dv/issue/archive> (accessed: 17.07.2024).
 15. Rakhimov K. *Tarikat khvadjagan-nakshbandiya i sem pirov*. Kazan, ID "MeDDoK", 2020. 180 p.
 16. Turaev Z. N. Evolution and stages of development of tourism as an economic branch. In: *Economy and finance*, 2021, no. 9, pp. 2–12.
 17. Eshtaev A. A. *Marketing strategy of tourism industry management*. T.: Science, 2011. 280 p.
 18. Burkart A. J., Medlik S. *Tourism. Past, present and future*. London, Heinemann, 1981. 352 p.
 19. Harrison D. *Development theory and tourism in developing countries: what has theory ever done for us?* In: *IJAPS*, 2015, vol. 11, pp. 53–82.
 20. Mowforth M., Munt I. *Tourism and Sustainability: Development, Globalisation and New Tourism in the Third World*. London: Routledge, 2009. 376 p.
 21. Togaymurodov E. Agritourism and Farmers Diversification in Samarkand Region. In: *Academic Research in Educational Sciences*, 2022, vol. 3, iss. 1, pp. 28–34. DOI: <https://doi.org/10.24412/2181-1385-2022-01-28-34>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Даньшин Александр Иванович – кандидат географических наук, доцент кафедры экономической и социальной географии России географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: alivda@yandex.ru

Мавлонов Ахмаджон Мухамадович – кандидат географических наук, доцент кафедры естественных наук Бухарского государственного педагогического института;
e-mail: ahmadjonmavlonov1978@gmail.com

Шабалина Наталия Владимировна – кандидат географических наук, доцент кафедры рекреационной географии и туризма географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: natshab@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander I. Danshin – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Economic and Social Geography of Russia, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: alivda@yandex.ru

Ahmadjon M. Mavlonov – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Natural Sciences of the Bukhara State Pedagogical Institute;
e-mail: ahmadjonmavlonov1978@gmail.com

Natalia V. Shabalina – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Recreational Geography and Tourism, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: natshab@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Даньшин А. И., Мавлонов А. М., Шабалина Н. В. Сельское хозяйство как элемент новых туристских дестинаций Бухарской области // Географическая среда и живые системы. 2024. № 3. С. 107–122.

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-107-122

FOR CITATION

Danshin A. I., Mavlonov A. M., Shabalina N. V. Agriculture as an element of new tourist destinations in the Bukhara region. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2024, no. 3, pp. 107–122.

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-107-122

ОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Научная статья

УДК 551.345 + 502.171

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-123-148

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНЫХ КУРСОВ ПО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМ ПРОБЛЕМАМ РАВНИННЫХ И ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В КРИОЛИТОЗОНЕ

Зотова Л. И.¹, Викулина М. А.²

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация
e-mail: zotlar@mail.ru; ORCID: 0000-0003-2052-3194

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация
e-mail: masanna2003@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4502-2495

Поступила в редакцию 29.06.2024

После доработки 21.08.2024

Принята к публикации 05.09.2024

Аннотация

Цель. Раскрыть научно-методические приёмы создания и преподавания геоэкологических дисциплин в бакалавриате и магистратуре на основе многолетних методических разработок кафедры криолитологии и гляциологии географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова.

Процедура и методы. Представлена авторская методология изучения, оценки и картографирования мерзлотно-экологического состояния равнинных и горных территорий распространения вечной мерзлоты, основанная на ландшафтных методах – ландшафтно-индикационном и ландшафтно-структурном. Показаны достоинства и недостатки метода балльных экспертных оценок и один из приёмов их совершенствования. Излагаются концептуальные положения устойчивости криогенных и высокогорных геосистем к механическим нарушениям поверхности. Перечислены основные оценочные факторы лавинной опасности и риска для рекреационных объектов в горах.

Результаты. Сформулированы необходимые для геосистемного подхода к геоэкологическим проблемам понятия «геоэкология криолитозоны», «устойчивость северных геосистем», «кризисная геоэкологическая ситуация». Проанализированы факторы активизации криогенных процессов в разных масштабах картографирования и факторы опасности и риска для высокогорных территорий. Раскрывается процедура интегральной оценки факторов литокриогенной устойчивости ландшафтов к проявлению нежелатель-

© СС ВУ Зотова Л. И., Викулина М. А., 2024.

ных криогенных процессов наряду с факторами их биоресурсной ценности целью получения интегральных индексов для ранжирования ландшафтов по степени уязвимости к освоению. Демонстрируются примеры оригинальных практических заданий.

Теоретическая и/или практическая значимость. Методика многофакторной интегральной оценки востребована в инженерно-географических исследованиях, особенно на предпроектных стадиях хозяйственного освоения территории криолитозоны, обеспечивая надёжность эксплуатации инженерных сооружений при максимальном сохранении природной среды. Методические приёмы представляют практический интерес для подготовки специалистов естественнонаучного профиля по вопросам природоохранного изучения криолитозоны и горных территорий.

Ключевые слова: геоэкология, устойчивость ландшафта, кризисные экологические ситуации, вечная мерзлота, лавинная опасность, охрана природы, методика преподавания

Благодарности. Статья подготовлена в рамках госбюджетной программы географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова «Эволюция криосферы при изменении климата и антропогенном воздействии» № 121051100164–0.

Original Research Article

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF TEACHING COURSES ON GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF PLAINS AND MOUNTAINS AREAS IN THE PERMAFROST ZONE

L. Zotova¹, M. Vikulina²

¹ Lomonosov Moscow State University
Leninskiye Gory 1, Moscow 119991, Russian Federation
e-mail: zotlar@mail.ru; ORCID: 0000-0003-2052-3194

² Lomonosov Moscow State University
Leninskiye Gory 1, Moscow 119991, Russian Federation
e-mail: masanna2003@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4502-2495

Received 29.06.2024

Revised 21.08.2024

Accepted 05.09.2024

Abstract

Aim. To reveal scientific and methodological techniques for creating and teaching geoecological disciplines in bachelor's and master's programs based on long-term methodological developments of Cryolithology and Glaciology Department of the Faculty of Geography of Lomonosov Moscow State University.

Methodology. The author's methodology for studying, assessing and mapping the permafrost-ecological state of flat and mountainous permafrost areas is presented, based on landscape methods: landscape-indicative and landscape-structural. The advantages and disadvantages of the method of point expert assessments and one of the techniques for their improvement are shown. The conceptual provisions of the stability of cryogenic and high-mountain geosystems to mechanical disturbances of the surface are presented. The main assessment factors of avalanche danger and risk for recreational facilities in the mountains are listed.

Results. The concepts of "geocology of the cryolithozone", "stability of northern geosystems", "crisis geocological situation" necessary for the geosystem approach to geocological problems are formulated. The factors of cryogenic processes activation at different mapping scales and hazard & risk factors for high mountain areas are analyzed. A graphic-analytical method for comparing factor scores against the background of an interval scale in "quality centers" is shown. Examples of original practical tasks are demonstrated. The procedure for the integrated assessment of the lithocryogenic stability factors of landscapes to the manifestation of undesirable cryogenic processes is disclosed along with the factors of their bioresource value in order to obtain quantitative indices for ranking landscapes according to the degree of vulnerability to development. A number of significant permafrost maps compiled on a landscape basis are listed. Examples of original practical tasks are demonstrated.

Research implications. The multifactor integral assessment methodology is in demand in engineering-geographical research, particularly during pre-project stages of land development, ensuring the reliable operation of engineering structures in the cryolithozone while maximizing environmental preservation. The methodological techniques are of practical interest for training specialists in natural sciences on environmental studies of the cryolithozone and mountainous regions.

Keywords: geocology, landscape stability, crisis environmental situations, permafrost zone, avalanche hazard, nature conservation, teaching methodology

Acknowledgments. This study was supported by State Assignment of the Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University "The cryosphere evolution under climate change and anthropogenic impact" no. 121051100164–0.

Введение

В настоящее время отмечается чрезвычайное разнообразие трактовок терминов экологического ряда. Так, термин «экология» в основном сохраняется за обозначением науки биологического цикла. Термин «геоэкология», введённый немецким географом К. Троллем в начале 60-х гг. XX в., использовался как синонимом термина «ландшафтная экология». В наши дни он истолковывается с отличающихся позиций: от междисциплинарной науки об экологических проблемах геосфер и/или биосферы [9; 22] или междисциплинарной науки об экосфере [8] до науки, сугубо геологической (экологическая геология) [28] или географической (экологическое ландшафтоведение; экологическая география) [14; 27]. Разнообразный перечень определений термина «геоэкология» перечислен в научно-исследовательском блоге

Geocograph¹ и анализируется в работе Н. В. Тумель и Л. И. Зотовой [31].

Наиболее интересны следующие трактовки. По мнению В. И. Осипова [22], геоэкология – наука, изучающая геосферные оболочки Земли как компоненты окружающей среды и минеральную основу биосферы и происходящие в них изменения под влиянием природных и техногенных факторов. Г. Н. Голубев [8] рассматривает геоэкологию как междисциплинарное научное направление, изучающее экосферу как взаимосвязанную систему геосфер в процессе её интеграции с обществом. С. П. Горшков [9] считает, что геоэкология интегрирует данные многих, но, в первую очередь, геолого-географических дисциплин; это наука об органи-

¹ Блог Geocograph [Электронный ресурс]. URL: <https://geocograph.blogspot.com/2014/07/21-opredelenie-termina-geoekologija.html> (дата обращения 27.09.2024).

зованности биосферы, вмещающей её супергеосферы и околоземного космоса, об их антропогенном изменении, способах управления. По его мнению, геоэкология, прежде всего, фундаментальная естественнонаучная, а не прикладная область знаний [26]. Строго географического взгляда на геоэкологию придерживаются И. Е. Тимашев [27], применяя словосочетание «экологическое ландшафтоведение», и А. Г. Исаченко [14], предпочитая термин «экогеография» или «экологическая география». В недавней публикации В. Т. Трофимова [28] сформулировано обновлённое толкование геоэкологии как междисциплинарной науки, изучающей экологические функции абиотических сфер Земли, закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под влиянием современных природных и антропогенных воздействий в связи с жизнью и деятельностью биоты, включая человека. Авторы придерживаются взглядов И. Е. Тимашева и А. Г. Исаченко на объект исследования и задачи геоэкологии, считая её синонимом экологического ландшафтоведения.

Геоэкология криолитозоны как междисциплинарное научное направление сформировалось в 90-х гг. XX в. [7], которое рассматривает фундаментальные и прикладные аспекты формирования криосферы Земли (изменения мёрзлых пород и криогенных ландшафтов) в первую очередь в связи с антропогенной деятельностью. Объект изучения – состояние природных и антропогенно изменённых геосистем различных рангов в области распространения многолетнемёрзлых и сезонно-мёрзлых пород, а именно –

изучение их структуры, инженерно-мерзлотных условий, присущих им криогенных процессов, а также биотических и природно-ресурсных характеристик. Термины «геокриоэкология» – экологическое мерзловедение [7] и «техногеоэкология» [35] – можно назвать производными от вышеуказанной трактовки «геоэкология криолитозоны».

Таким образом, геоэкология криолитозоны рассматривается авторами в свете взаимодействия природных предпосылок (мерзлотно-ландшафтных условий, глобального изменения климата и пр.) и антропогенных изменений (в первую очередь, механического нарушения поверхности на осваиваемых территориях). В последние годы возрос интерес к проблемам изучения реакции ландшафтов криолитозоны на эволюционные климатические изменения [5; 49].

Как известно, структурная и функциональная организация мерзлотных ландшафтов определяется характеристиками их криогенной составляющей – температурой и льдистостью мёрзлых пород, глубиной сезонного протаивания, свойствами защитного слоя растительности. От них зависит развитие опасных криогенных процессов: термокарста, термоэрозии, солифлюкции, пучения и др., связанных с фазовыми переходами воды, а значит – относительная устойчивость ландшафтов к механическим нарушениям поверхности. Техногенный прессинг в криолитозоне неизбежно приводит к нарушению гидротермического режима мёрзлых пород, меняя проявление большинства ландшафтообразующих процессов [29; 35; 48]. От характера воздействий на ландшафт и его от-

ветной реакции зависит весь комплекс экологических последствий [6; 10]. Однако геоэкология криолитозоны выходит за рамки изучения только видимого в природе проявления экзогенных криогенных процессов в мерзлотных ландшафтах. Параллельно изучаются состояние природных и антропогенных измененных геосистем различных рангов, разрабатываются методические приёмы оценки и картографирования активизации процессов при механических нарушениях поверхности, предлагаются природоохранные мероприятия с целью экологически сбалансированного природопользования в криолитозоне [31; 41]. Преподавание геоэкологических дисциплин основано на геосистемном подходе к изучению природной среды криолитозоны, другими словами – на комплексном изучении зональных (биоклиматических) и аazonальных (геолого-геоморфологических) составляющих ландшафта.

Среди методов изучения мерзотно-экологического состояния ландшафтов в рассматриваемых курсах¹ особое внимание уделено трём:

- методу ландшафтной индикации мерзлотных условий с применением материалов дистанционного зондирования;

- методу ландшафтно-структурного анализа, в т. ч. картографического ГИС-анализа;

- методу балльных экспертных оценок.

Концептуальные положения, трактовки терминов приводятся в статье согласно учебному пособию [31], которое используется для преподавания учебного курса для бакалавров в восьмом семестре «Геоэкология криолитозоны»² и отчасти для магистерского курса «Мерзотно-экологическая оценка состояния геосистем равнин и гор криолитозоны»³.

В работе рассматриваются программные положения учебных курсов, в которых решаются вопросы теоретического и практического характера в области природопользования в криолитозоне. Целью их освоения является формирование у студентов навыков анализа воздействия антропогенных факторов на ландшафты криолитозоны и криосферу Земли в целом.

Содержание учебных курсов по геоэкологической тематике логически и методически опирается на фундаментальный курс общегеографической направленности «Ландшафтоведение», а также учебные дисциплины кафедры криолитологии и гляциологии, закладывающие основы профессиональных знаний: «Мерзотоведение», «Криолитология», «Гляциология», «Инженерное мерзотоведение». Базовые знания по указанным направлениям необходимы для оценки природных, в т. ч.

¹ Географический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова: [сайт]. URL: https://www.geogr.msu.ru/education/vo/prog_distc/programs_3xx/bak_G/b_G_gk_an_Geoekologiya_kriolitozony_3++.pdf (дата обращения: 27.06.2024); Географический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова: [сайт]. URL: https://www.geogr.msu.ru/education/vo/prog_distc/programs_3xx/mag_G/m_G_gk_an_Merzlotno-ekologicheskaya_ocenka_sostoyaniya_3++.pdf (дата обращения: 27.06.2024).

² Географический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова: [сайт]. URL: https://www.geogr.msu.ru/education/vo/prog_distc/programs_3xx/bak_G/b_G_gk_an_Geoekologiya_kriolitozony_3++.pdf (дата обращения: 27.06.2024).

³ Географический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова: [сайт]. URL: https://www.geogr.msu.ru/education/vo/prog_distc/programs_3xx/mag_G/m_G_gk_an_Merzlotno-ekologicheskaya_ocenka_sostoyaniya_3++.pdf (дата обращения: 27.06.2024).

мерзлотных условий и анализа специфики техногенного освоения в криолитозоне.

Задача обозначенных выше лекционных курсов – не информационно-оценочная с сообщением студентам «от и до» необходимого минимума знаний, а концептуально-ориентирующая с обзором и анализом мнений и школ, представленных в науках мерзловедения, гляциологии, ландшафтоведения и геоэкологии. Обучение проходит в форме лекций-презентаций, семинаров, опросов, дискуссий и докладов по практическим заданиям с обсуждением, в которых делаются акценты на географическую составляющую. Поэтому в своих докладах по тестовым заданиям студенты широко используют мерзлотные и ландшафтные карты из атласов и монографий. Например, карты «Мерзлотно-ландшафтная дифференциация криолитозоны России» [31; 33], «Активизация криогенных процессов при антропогенных воздействиях РФ»¹, «Сезонное промерзание и протаивание криолитозоны России»² и др.

Практические задания позволяют студентам выбрать тему в рамках своей выпускной квалификационной работы. Важно проработать с каждым студентом его тему индивидуально – в форме дискуссий, рефератов и пр. В магистерском курсе практикуется привлечение для проведения 1-2 занятий квалифицированных специалистов в области изучаемых проблем, например, по актуальным и востребованным темам мониторинга протя-

жённых магистральных трубопроводов в криолитозоне.

Методическую основу изучения мерзлотно-экологического состояния ландшафтов к антропогенным воздействиям составляют:

- метод ландшафтной индикации;
- современные методы дешифрирования космоснимков высокого разрешения;
- метод ландшафтно-структурного анализа, в т. ч. картографического ГИС-анализа;
- метод экспертных оценок;
- математические методы (расчётно-статистический, количественного моделирования);
- комплекс традиционных натурно-экспериментальных методов, используемых в естественных науках при полевых и лабораторных исследованиях.

В настоящей работе рассматриваются 3 основных метода: ландшафтно-индикационный, ландшафтно-структурный и метод экспертных оценок.

Основные методы оценки мерзлотно-экологического состояния ландшафтов

Метод ландшафтной индикации характеристик многолетнемёрзлых пород для оценки состояния окружающей среды считается одним из основных. В. Ф. Тумель [30], А. П. Тыртиков [34] и В. А. Кудрявцев [15] были первыми, кто указал на целесообразность использования метода ландшафтной индикации при изучении вечной мерзлоты. Его использование основано на тесной взаимосвязи всех составляющих природного комплекса. При этом по внешним наиболее физиономичным элементам ландшафта (рельефу,

¹ Экологический атлас России. СПб: Изд-во ЗАО «Карта», 2002. С. 50–54.

² Экологический атлас России. М.: ООО «Фео-рия», 2017. С. 183–188.

гидросети, растительности) судят о его внутреннем содержании: геологическом и криогенном строении, экзогенных геологических процессах, грунтовых водах, составе, состоянии и некоторых водно-физических свойствах грунтов [2; 16]. Ряд экологических аспектов этого метода для оценки и картографирования криолитозоны раскрывается в новых работах [41; 50].

Основными индицируемыми характеристиками мерзлотных условий являются: состояние пород и их сплошность, среднегодовая температура на глубине около нулевых колебаний и мощность сезонно-талого и сезонно-мёрзлого слоёв. Все индикаторы можно разделить на 2 группы: частные и комплексные. Например, в понятие «частный геоботанический индикатор» входят видовой состав, проективное покрытие, сомкнутость крон древостоя и т. д. Значимость геоботанических индикаторов меняется в зависимости от природных зон. Так, для зоны тундры их используют при определении состава поверхностных отложений, мощности сезонно-талого слоя и развития различных экзогенных процессов. В лесотундре и тайге индикаторная роль растительности возрастает. На севере криолитозоны значение геоботанических индикаторов не столь велико, и ландшафтная индикация температурных условий зависит в большей степени от рельефа местности [21; 31]. Мезоформы рельефа индицируют неотектоническую обстановку, литологический состав пород и их свойства. Формы микро-рельефа маркируют, как правило, протекание различных экзогенных процессов и состав пород. Расчленённость рельефа – очень важный фактор, влияющий на геокриологические условия.

К частным индикаторам относится и гидросеть, использование которой базируется на изучении рисунка эрозионной и гидрографической сети. К комплексным индикаторам относится совокупность компонентов ландшафта и его морфологических частей – внешний облик природных комплексов определённого ранга, их рисунок и сочетание друг с другом [2; 31].

Вместе с тем использование ландшафтной индикации при изучении мерзлотных условий имеет масштабные ограничения. Чем мельче масштаб исследований, тем более ограничено применение метода ландшафтной индикации. При мелкомасштабных исследованиях с севера на юг достоверность связи «ландшафт–мерзлота» уменьшается [33].

Следует отметить, что индикация мерзлотных характеристик через облик ландшафта неоднозначна. Так, среднегодовая температура мёрзлых пород не поддаётся индикации. По физиономичности ландшафта можно дать им лишь качественную оценку теплосодержания: самые холодные, самые «теплые» [17; 32]. А вот льдистость мёрзлых пород – индицируемая характеристика, т. к. она зависит прежде всего от состава пород, что достаточно просто различить по растительности на аэро- и космоснимках [50].

Отдельная ниша – индикация криогенных рельефообразующих процессов. Обзор 110 публикаций российских и зарубежных исследователей, посвящённых их изучению, представлен в работе А. И. Кизякова и М. О. Лейбман [42]. В последние годы рядом учёных выполнены значимые исследования по выявлению урочищ –

индикаторов мерзлотных условий с учётом потепления климата на Европейском Севере [21], в Якутии [36], на западе Среднесибирского плоскогорья [5; 17; 43].

Ландшафтно-структурный метод применяется для оценки пространственной изменчивости инженерно-геокриологических условий. Степень разнообразия и характер внутренней структуры каждого региона лучше всего раскрывается через их ландшафтный рисунок, ландшафтную структуру [1; 33]. Для этого используется простейший показатель – набор ландшафтов разных видов, точнее – их процентное соотношение. Геоинформационные технологии позволяют осуществлять подобные картометрические измерения с помощью специальных приложений и по их результатам строить таблицы и гистограммы, т. е. проводить пространственный ГИС-анализ территории, который существенно повышает информативность различных карт для всестороннего анализа районов вечной мерзлоты.

Мерзлотные характеристики, такие как температура, криогенное строение пород, их сезонное протаивание и промерзание, а также криогенные процессы должны рассматриваться под экологическим углом зрения. Необходимым элементом становится кадастр наиболее опасных криогенных процессов летнего и зимнего ряда, которые следует изучать в первую очередь. К экологически опасным процессам летнего периода относят: термокарст, термоэрозию, термоабразию, солифлюкцию, подвижки курумов; а к зимнему: пучение, наледеобразование, морозобойное растрескивание, лавинную активность и процессы, связанные с

экстремальным снегонакоплением [20; 29; 39]. Соподчинять эти процессы по степени экологической угрозы чрезвычайно сложно.

Ключевым понятием геоэкологии криолитозоны является «*устойчивость ландшафта*» как способность противостоять техногенной активизации криогенных процессов, которые могут привести к необратимому ухудшению экологической обстановки и недопустимым деформациям инженерных сооружений, наряду со способностью к самовосстановлению (синоним: «литокриогенная устойчивость ландшафта») [31]. Для оценки устойчивости ландшафта к опасным природным процессам студентам даётся задание, в котором они сами определяют необходимые для оценки параметры (табл. 1).

Ниже приводится пошаговая инструкция проведения оценки потенциальной устойчивости ландшафтов в обзорно-региональном масштабе.

Оценка устойчивости криогенных геосистем на примере территории Западной Сибири. Процедура оценки устойчивости геосистем криолитозоны к антропогенным нагрузкам механического характера основана на анализе влияния ведущих природных факторов на снижение их литокриогенной устойчивости под действием нагрузок, приводящих к активизации криогенных процессов. Оценка состоит из нескольких этапов:

1. Отбор ведущих природных факторов, оказывающих влияние на устойчивость ландшафта к нагрузкам. Например, для ландшафтов Западной Сибири [37] это будет расчленённость рельефа, состав и температура грунтов, глубина сезонного протаивания/промерзания и увеличение её после

Таблица 1 / Table 1

**Пример задания по оценке устойчивости ландшафта к солифлюкции /
An example of a task to assess the resistance of a landscape to solifluction**

Крутизна склонов, Льдистость, %	<5	5–10	10–15	>15
<0,2	У	ОУ	ОУ	ОН
0,2–0,4	У	ОУ	ОН	Н
0,4–0,6	ОУ	ОУ	ОН	Н
>0,6	ОН	ОН	Н	Н

Условные обозначения категорий устойчивости природных комплексов:

У – устойчивые;
ОУ – относительно устойчивые;

ОН – относительно неустойчивые;
Н – неустойчивые

Источник: составлено авторами по [23]

нарушений, а также восстанавливаемости растительности.

2. Построение таблицы и ранжирования всех выбранных факторов по степени их влияния на устойчивость ландшафтов (табл. 2).

3. присвоение каждому ландшафту соответствующего экспертного балла по каждому фактору. Интегральное влияние всех показателей на устойчивость ландшафта оценивается суммой баллов. Далее проводится их ранжирование по 4 группам устойчивости (табл. 2).

Именно по этой методике составлялась «Карта устойчивости ландшафтов криолитозоны Западной Сибири» масштаба 1:4 000 000 [31; 37]. Подобные карты могут быть названы картами риска освоения, картами экологической опасности и пр. Главное, что такой тип карт отражает важнейшую геоэкологическую особенность – потенциальную устойчивость ландшафтов криолитозоны к антропогенным нагрузкам.

При оценке мерзлотно-экологического состояния ландшафтов выбираются природные факторы, которые

типизируются по 3-4 градациям риска освоения, и далее различными способами сопоставляются. Число и спектр этих показателей различны в зависимости от региональной специфики и масштаба исследований. Выбор факторов не унифицирован. Так, при оценке литокриогенного состояния для инженерных целей выбирается ряд критериев, влияющих напрямую на потенциальную активизацию нежелательных криогенных процессов, связанных с фазовыми переходами воды. Это льдистость и температура мёрзлых пород, глубина сезонного протаивания или промерзания, рельеф, теплоизоляционные свойства растительности и скорость её самовосстановления. Для оценки ресурсно-биотического состояния природных комплексов выбираются показатели самовосстанавливаемости растительного покрова, хозяйственной ценности (в первую очередь, оленеёмкость пастбищных угодий) и природоохранной значимости [13; 31]. Первая группа факторов включает традиционные универсальные параметры.

Таблица 2 / Table 2

Ведущие факторы, определяющие потенциальную устойчивость ландшафтов криолитозоны Западной Сибири к механическим воздействиям / Leading factors of potential sustainability of permafrost landscapes in Western Siberia

Природные факторы	Оценка влияния в баллах			
	1 балл (не влияет)	2 балла (слабо влияет)	3 балла (заметно влияет)	4 балла (нарушает)
Расчленённость рельефа (превышение водораздела над урезом рек, озёр), м	5–25	25–30	50	5
Состав грунтов	пески (супеси)	переслаивание песков (супесей) и глин	суглинки (глины)	торф
Температура грунтов, °С	ниже –5 или выше 0	от –2 до –5	от –1 до –2	от 0 до –1
Суммарная льдистость (влажность), %	10	10–35	35–50	50
Растительность (восстанавливаемость, проективное покрытие на 10-й год), %	75–100 быстро восстанав- ливается	50–75 средне восстанавли- вается	25–50 медленно восстанавли- вается	0–25 практически не восстанав- ливается
Глубина сезонного про- таивания – промерзания. Увеличение её после на- рушений	не изменяется, уменьшается	увеличивается в 1,5 раза	увеличивается в 2 раза	увеличивает- ся более чем в 2 раза

Источник: составлено авторами по [37].

1. Температура горных пород в верхней части до глубины, соответствующей слою годовых теплооборотов (10–15 м) и льдистость, которые определяют интенсивность оттаивания пород. Чем ниже температура и меньше льдистость мёрзлых пород, тем меньше риск возникновения неблагоприятных криогенных процессов, в то же время на талых породах их интенсивность также затухает.

2. Теплоизоляционные (протекторные) свойства напочвенного покрова, обуславливающие сохранность температурных условий мёрзлых пород. Чем больше проективное покрытие, высота растительных сообществ и мощность

торфа, тем опаснее её уничтожение [18; 31]. Защитные свойства напочвенного покрова косвенно коррелируют со снегозадерживающей способностью растительных сообществ: чем больше густота растительного покрова, тем выше снежёмкость ландшафта, а значит, в случае сведения растительности вероятность активизации опасных процессов резко увеличится [35]. Этот параметр в основном оценивается в крупномасштабных исследованиях.

3. Скорость самовосстановления растительности после нарушения, от которой зависит, насколько быстро ландшафт вернётся в фоновое состояние. Этот параметр зависит от мно-

жества факторов, таких как тип растительности (видовое разнообразие, высота растений, степень проективного покрытия), характер увлажнения, скорость ветра, количество тепла (экспозиция) и др. При его ранжировании обычно опираются на мониторинговые наблюдения известных геоботаников. Например, для Западной Сибири это работы Н. Г. Москаленко [18], И. С. Ильиной [24], Д. В. Московченко [19]. В обзорно-региональных масштабах этот фактор уместно заменить биопродуктивностью. Чем меньше потенциал восстановления, тем больше риск активизации криогенных процессов.

Вторая группа – региональные факторы, которые связаны в основном с климатическими и геоморфологическими особенностями. Например, размываемость мёрзлых дисперсных пород, степень расчленения и крутизна склонов, состав грунтов (от которого зависит изменение мощности слоя сезонного оттаивания: чем грубее и крупнее состав грунтов, тем больше это изменение при техногенезе), положение в рельефе и пр.

В последнее время особую актуальность приобретает системный подход к оценке и картографированию состояния ландшафтов в области вечной мерзлоты, позволяющий выделять на картах ареалы различной степени опасности, как для инженерных сооружений, так и для биоты. По этой причине в курсах кратко освещается процедура интегральной оценки литокриогенной устойчивости ландшафтов к проявлению нежелательных криогенных процессов наряду с их биоресурсной ценностью [13].

На примере ряда ключевых участков, расположенных в разных районах

криолитозоны, обосновывается выбор оценочных факторов и различные способы их сопоставления с целью получения интегральных индексов для ранжирования ландшафтов по степени уязвимости к освоению.

При проведении интегральной экспресс-оценки столь разнородных факторов мерзлотно-экологического состояния территорий с различными единицами измерения применяют количественные критерии оценки – индексы, как то: коэффициенты мерзлотной устойчивости – КМУ, экологической опасности – КЭО, коэффициент опасности – K_o и др. [31], что существенно облегчает картографирование [6; 13].

Способы выведения интегральной оценки устойчивости зависят от таксономического ранга геосистем [48]. Практика показала, что для целей сравнительного анализа устойчивости геосистем региональной размерности допустимо применять качественную оценку и даже оперировать простым сложением покомпонентных баллов. В крупномасштабных исследованиях целесообразно использовать многофакторный корреляционный анализ оценочных критериев, который, во-первых, позволяет оценивать значимость того или иного фактора и, во-вторых, приближает качественную оценку к количественной. Во всех случаях традиционно используют экспертные баллы, которые либо просто складывают, либо выводят среднее арифметическое (реже – среднее геометрическое), либо используют расчётно-статистические методы.

В горах геоэкологические проблемы в основном приурочены к рекреационным центрам и связаны в первую

очередь с воздействием лавин. Взаимодействие человека и природы в горах усиливается, соответственно, природные процессы становятся опасными для людей. Поскольку уязвимость объектов к воздействию опасного природного процесса разная, то и опасность для них должна отличаться. Для оценки лавинной опасности и риска первоначально необходимо определить типы объектов, по отношению к которым будет производиться данная оценка, а также геофизические параметры лавинной деятельности, затем нужно выявить уязвимость каждого из выделенных типов объектов. Таким образом, оценка лавинной опасности в отличие от лавинной активности должна учитывать не только геофизические показатели лавинной деятельности, но и социально-экономические показатели объекта [47].

Параметрами, которые характеризуют силу воздействия лавин, можно считать: объём, повторяемость, дальность выброса, продолжительность лавиноопасного периода, силу удара, количество лавиносборов на 1 погонный километр дна долины. Социально-экономические параметры зависят от объекта, для которого проводится оценка, такими могут быть: плотность населения, количество людей, которые находятся на лавиноопасном склоне в течение дня и в течение зимнего сезона, материалы, из которых построены сооружения, величина транспортного потока, стоимостные показатели, характеризующие размер возможного ущерба. Методы оценки, которые опираются на обе эти составляющие представлены в работах ряда авторов [4; 40; 45].

Результатом оценки лавинной опасности является определение зон с раз-

ной степенью воздействия, которые отражают на оценочной карте. Риск является количественной мерой опасности и определяется с помощью статистических данных, математических формул или имитационных моделей [3; 40; 47]. Очевидно, что расчётные значения риска будут характерны для современных климатических и экономических условий. При их изменении будет меняться и степень опасности [39]. Оценка риска необходима для разработки экономического обоснования и реализации защитных мероприятий, способных предотвратить или снизить возможные потери, связанные с воздействием стихийно-разрушительных процессов.

В силу сложившихся традиций в геоэкологических оценках широко используют экспертные баллы для сравнительной характеристики объектов. Достоинство балльных оценок – возможность сравнительного сопоставления количественных и качественных характеристик, возможность формального выделения опасных объектов при наличии самой общей информации. К недостаткам следует отнести – отсутствие у баллов некой размерности, что затрудняет общую количественную оценку [25]. Бытует мнение, что при проведении оценки качества территории, любые арифметические действия с баллами (особенно их сложение) не имеют смысла именно из-за отсутствия у них размерности. Чтобы оценка проводилась более корректным способом, предлагается совмещать порядковую и интервальную шкалы измерений. Поскольку интервальная шкала имеет меру, то все баллы, полученные с её помощью, будут иметь имя и соответствующую размерность.

С этой целью мы использовали понятие «цент качества» по Ю. Г. Симонову [25] и предложили использовать шкалу центов – масштабную линейку для определения межбалльных расстояний, градуирование которой по рубежам качественных изменений обычно проводится на основании оценок экспертов [12; 31].

Рассмотрим процедуру привязки балльных оценок на шкале центов качества (рис. 1), используя фактический материал таблицы 2. Сначала создаём 2 шкалы: на нижней интервальной откладываем центы качества, а на верхней шкале – баллы (от 1 до 4 по мере усиления воздействия). Между ними размещаем шкалы ведущих факторов. В данном случае их 6. Далее проводим рубежи балльных оценок влияния на снижение устойчивости с учётом выбранных 6 факторов, проекции которых на нижнюю интервальную шкалу выражают балльную оценку верхней шкалы в центах. При этом традиционные оценки в баллах не только сохраняются, но и дополняются оценкой их собственного веса в центах в интервале от 0 (не влияет) до 100 (полностью нарушает). Наибольшую уязвимость для освоения, с т. зр. проявления деструктивных экзогенных процессов (балл 4), представляют плоские слабо-расчленённые ландшафты со среднегодовой температурой грунта от 0 до -1°C, сложенные торфом, с льдистостью более 50%, с низкой восстанавливаемостью (проективное покрытие менее 20%), в которых мощность слоя сезонного промерзания/протаивания может увеличиться в случае механических нарушений их поверхности более чем в 2 раза (рис. 1) [31].

Для того чтобы показать логику совмещения порядковой и интервальной шкал, студентам предлагается *ключевое задание*, в котором необходимо:

1. выбрать 3–5 факторов, влияющих на опасность/риск/устойчивость/вероятность проявления опасного криогенного или нивально-гляциального процесса;
2. сделать графический рисунок шкал, выбранных на фоне нижней центовой шкалы;
3. ранжировать (объекты, территории, ландшафты) по 3 степеням опасности/риску/устойчивости/вероятности проявления;
4. составить таблицу с центовой оценкой по каждому фактору и с общим коэффициентом (среднеарифметическим/среднегеометрическим);
5. сделать 2 вывода по левой и правой части рисунка с устными пояснениями по выбору факторов.

В качестве примера рассмотрим одно из выполненных заданий с результатом выбора шкалы балльных расстояний для определения степени лавинной опасности (рис. 2). Степень лавинной опасности в лавиносборе можно определить в трёх градациях: как высокую (3 балла), среднюю (2 балла) и низкую (1 балл). Каждой степени воздействия соответствует свой диапазон параметров. Степень лавинной опасности зависит от четырёх факторов: крутизны склона; толщины снежного покрова в лавинном очаге; интенсивности выпадения осадков и количества человек, которые находятся в лавиносборе [3]. Их значения распределяются с использованием равномерных и неравномерных шкал для каждой из трёх степеней лавинной опасности.

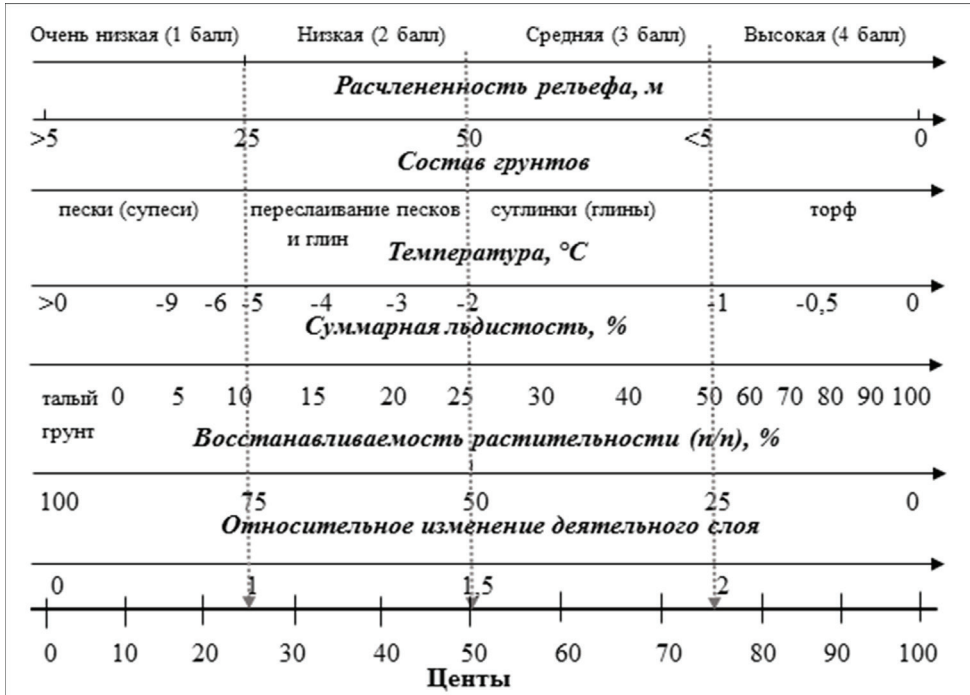


Рис. 1 / Fig. 1. Соотношение оценочных шкал показателей, влияющих на интенсивность проявления криогенных процессов в Западной Сибири / The ratio of scales of indicators affecting the intensity of cryogenic processes in Western Siberia

Источник: [31; 48]

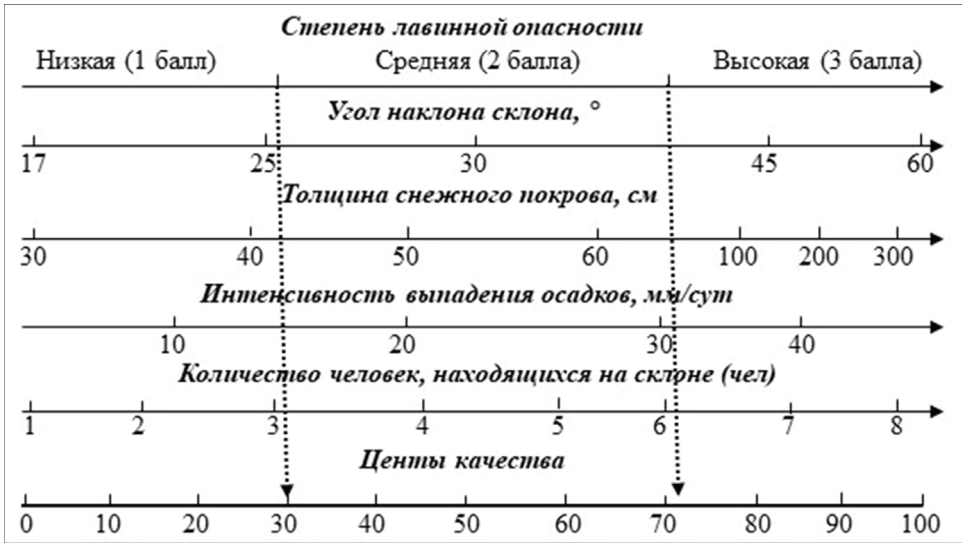


Рис.2 / Fig.2. Факторы лавинной опасности на фоне центовой шкалы / Avalanche hazard factors on a cent scale background

Источник: составлено авторами

Значению каждого показателя присваивается соответствующее количество центов. В результате рассчитывается среднее геометрическое полученных значений, которое можно назвать коэффициентом лавинной опасности (табл. 3).

Таким образом, из рисунка 2 и таблицы 3 следует, что *низкая степень лавинной опасности* будет наблюдаться при следующих характеристиках: так, если крутизна склона от 17° до 25° (15 центов), при толщине снежного покрова менее 40 см (10 центов), интенсивности осадков менее 10 мм в сутки (18 центов), и условии нахождения в лавиносборе не более 2 человек (15 центов), *высокая лавинная опасность* наиболее вероятна, если в лавиносборе будут находиться более 6 человек (85 центов), а крутизна склона лавинного очага будет составлять более 40° (80 центов), толщина снежного покрова выше 80 см (82 цента), а интенсивность выпадения твёрдых осадков превысит 30 мм в сутки (85 центов).

Аналогичным способом можно оценить: темп деградации вечной мерзлоты; степень разрушения морских берегов, сложенных мёрзлыми породами;

степень устойчивости ледников; возможность прорыва ледниковых озёр и образования селей; вероятность активизации опасных процессов; степень дигрессии оленьих пастбищ и многое другое. Студентам метод понятен в силу наглядной и лаконичной формы представления результатов и вызывает живой интерес.

Определение геоэкологической ситуации

В курсе всесторонне освещается проблема формирования опасных геоэкологических ситуаций в криолитозоне в условиях техногенеза. Они определяются степенью активизации криогенных процессов, которая, в свою очередь, зависит от сочетания потенциала устойчивости ландшафтов и интенсивности антропогенной нагрузки. Причём нагрузка учитывает не только степень линейно-площадной нарушенности в зонах влияния газонефтепромысловых объектов, но и степень дигрессии пастбищ вследствие перевыпаса (что повышает экологическую значимость оценки).

Согласно нормативным документам Минприроды РФ по охране при-

Таблица 3 / Table 3

**Ранжирование факторов, определяющих степень лавинной опасности /
Ranking of factors determining the degree of avalanche hazard**

Степень лавинной опасности (балл)	Угол наклона склона, цент	Толщина снежного покрова, цент	Интенсивность выпадения осадков, цент	Количество человек, находящихся на склоне, цент	Коэффициент лавинной опасности (среднее геометрическое)
Низкая(1)	15	10	18	15	14,2
Средняя(2)	45	50	52	45	47,9
Высокая(3)	80	82	85	85	83,0

Источник: составлено авторами на основании рисунка 2

роды [31; 48] выделяют 5 градаций экологических ситуаций: относительно удовлетворительная, напряжённая, критическая, кризисная, катастрофическая. Значительная доля времени отведена изучению стадии *кризисных экологических ситуаций (КЭС)*, которая определяется «резкой активизацией криогенных процессов и радикальным изменением биотической составляющей ландшафта, приводящих к устойчивому отрицательному изменению природного комплекса и составляющих угрозу функционирования инженерных сооружений» [31]. Для диагностики различных геоэкологических ситуаций применяется матричный метод, представленный в баллах, сопоставления степени устойчивости ландшафтов и категорий антропогенной нагрузки (табл. 4).

Особое внимание уделяется географии КЭС и приводятся примеры различных ситуаций и их диагностические признаки [31]. Стадии КЭС формируются в ареалах многоточных трубопроводов на Тазовском

полуострове и крупных разливов нефтепродуктов в Ханты-Мансийском автономном округе, факельных площадках на газопромыслах Надым-Пуровского междуречья, районах добычи россыпного золота дражным способом на Колыме. В отличие от катастрофической ситуации КЭС стадия затухает, когда нагрузка снимается, а запасы льда истощаются. Как правило, это происходит через 10–15 лет после прекращения эксплуатации [48].

На примере карты «Мерзлотно-ландшафтная дифференциация криолитозоны России» [31; 33] изучается мерзлотно-ландшафтная структура криолитозоны как основа оценки экологических последствий техногенеза. Ведь именно ландшафтное разнообразие является причиной пространственного изменения температуры, сезонного протаивания, криогенного строения. Вопрос о сложности освоения разных частей криолитозоны прямо увязывается с разнообразием мерзлотно-ландшафтных условий. Много времени уделяется анализу широко

Таблица 4 / Table 4

Оценка условий формирования геоэкологических ситуаций / Assessment of the formation of geoeological situations

	Группы мерзлотной устойчивости, КМУ		Относительно устойчивые <0,45	Слабо устойчивые 0,45–0,75	Неустойчивые >0,75
Степень воздействия	баллы	сумма баллов	1	2	3
			сумма баллов		
нет	1		2	3	4
слабая	2		3	4	5
умеренная	3		4	5	6
сильная	4		5	6	7

Примечание: Геоэкологические ситуации ранжированы по сумме баллов: удовлетворительная (2–3); напряжённая (4); критическая (5); кризисная (6–7)

Источник: составлено авторами по [48].

известной, опубликованной во многих экологических атласах «Карты активизации криогенных процессов при антропогенных воздействиях для равнинных и горных территорий РФ»¹, по которой рассматривается их интенсивность, разнообразие, география [29; 31]. Определяются все сочетания экологически опасных процессов и степень поражённости ими ландшафта; оцениваются скорости их развития и затухания; проводится ранжирование процессов по степени угрозы для функционирования инженерных сооружений (табл. 5).

Из новых мерзлотных карт, которые в полной мере используют региональную ландшафтную дифференциацию, рекомендуются к рассмотрению обновлённая «Мерзлотно-ландшафт-

ная карта Республики Саха (Якутия) масштаба 1:1 500 000 [44], а также ряд карт, созданных Институтом криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН [11]. Удачным примером криогенно-ландшафтного картографирования высокогорных районов являются карты Тибетского плато, основанные на подходах измерения температуры поверхности суши с использованием данных космосъёмки и результатах их обработки [38; 46].

Завершающий раздел учебных курсов посвящён основным приёмам природоохранных мероприятий и стабилизации геоэкологических ситуаций в криолитозоне и в высокогорье. Рассматриваются базовые, упреждающие и оперативные природоохранные мероприятия в зависимости от стадий ос-

Таблица 5 / Table 5

Фрагмент таблицы для оценки условий активизации мерзлотных процессов на равнинах / Fragment of a table for assessing the conditions for permafrost processes activation on the plains

Район	Условия активизации мерзлотных процессов	Условия уменьшения активизации мерзлотных процессов
Очень сильная активизация		
П-ов Ямал, тундра	Льдосодержание >0,6, пластовые и полигонально-жильные льды, сплошные многолетнемерзлые породы	Температура ММП ниже -5° С
Приморские низменности северо-востока России, тундра и лесотундра	Льдосодержание >0,6, полигонально-жильные льды, сплошные ММП, удаление растительности	Температура ММП ниже -5° С, самовосстановление растительности
Слабая активизация		
Европейский Север и Западная Сибирь, у южной границы криолитозоны	Льдосодержание 0,4–0,6, температура ММП 0...–1° С, удаление растительности	Редкоостровные ММП, самовосстановление растительности

Источник: составлено по [31]

¹ Экологический атлас России. СПб., 2002. С. 50–54.

воения, а также типы природоохран-ных мероприятий: запретительные, мелиоративные, рекультивационные, инженерно-технологические, ресур-сосберегающие.

Итоговое задание направлено на изучение зонально-секторных зако-номерностей криолитозоны РФ. Сту-дентам предлагается выбрать одно сочетание региона и природной зоны, для которого следует определить: мерзлотные характеристики, изна-чально устойчивые и неустойчивые ландшафты, перечень потенциальных криогенных процессов и разработать основные природоохранные меропри-ятия для сохранения текущей экологи-ческой ситуации для доминирующих ландшафтов.

Заключение

Структурная и функциональная организация ландшафтов области веч-ной мерзлоты определяется параме-трами их криогенной составляющей: температурой и льдистостью мёрзлых пород, глубиной сезонного протаива-ния, свойствами защитного слоя рас-тительности. Эти факторы определя-ют развитие наиболее деструктивных криогенных процессов: термокарста, термоэрозии, солифлюкции, пучения и др., а значит, относительную устой-чивость ландшафтов к механическим нарушениям поверхности, которые не только изменяют облик коренных ландшафтов, но и усложняют эксплу-атацию инженерной инфраструктуры.

Оценка мерзлотно-экологического состояния основана на отборе веду-щих литокриогенных и биоресурсных факторов, способах их сопоставления, ранжировании антропогенных нагру-зок, выведении интегральных индек-

сов для калибровки ландшафтов по уязвимости к освоению и картографи-рования. Формирование кризисных экологических ситуаций основано на анализе интенсивности техногенеза (добыча полезных ископаемых, стро-ительство, дигрессия оленьих пастбищ и др.) и потенциальной устойчивости ландшафтов. Оценка экологических ситуаций проводится в соответствии с площадью поражённости процессами, скоростью их развития и затуха-ния, степенью нарушения естествен-ных ландшафтов, степенью угрозы для функционирования инженерных со-оружений.

Оценка лавинной опасности и ри-ска основана на учёте геофизических показателей лавинной деятельности и социально-экономических показате-лях объектов рекреационной инфра-структуры.

Опыт преподавания геоэкологиче-ских дисциплин для студентов-геогра-фов позволяет заключить следующее.

1. Геосистемный подход, основан-ный на тесной связи формирования и взаимодействия многолетнемёрзлых пород с другими компонентами при-родной среды, имеет первостепенное значение в практике изучения и карто-графирования ландшафтов в области вечной мерзлоты.

2. В целях совершенствования экс-пертных оценок в геоэкологических исследованиях следует устанавливать единую размерность пофакторных баллов, используя интервальную шка-лу в «центах качества».

3. Для выработки грамотной стра-тегии управления природопользова-нием на севере на всех оценочных кар-тах, входящих в число обязательных материалов экологического содержа-

ния на стадиях подготовки предпроектной и проектной документации, целесообразно выделять не только ареалы проявления криогенных процессов, представляющих опасность для работы инженерных сооружений, но и отражать ресурсно-биотическое состояние территорий, в первую очередь – оленьих пастбищ.

4. При активном развитии горных районов необходимо учитывать существование лавинной угрозы и опасность от других гляциально-нивальных процессов, принимая соответствующие меры для снижения ри-

сков. Оценка лавинной опасности и риска является необходимым этапом в ходе рекреационного использования территорий. В связи с современными изменениями климата данные оценки необходимо постоянно актуализировать.

В результате освоения геоэкологических дисциплин в областях вечной мерзлоты и высокогорья студенты могут самостоятельно оценивать степень опасности геоэкологических ситуаций, возникающих при различных типах хозяйственной деятельности в разных масштабах исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В. Р. Геометрия криолитозоны. Якутск, 2015. 120 с.
2. Викторов С. В., Чикишев А. Г. Ландшафтная индикация и ее практическое применение. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. 200 с.
3. Викулина М. А. Оценка лавинного риска в Хибинах // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2019. Т. 25. С. 66–76.
4. Викулина М. А. Лавинная опасность и риск в Хибинах в условиях развития рекреации в начале XXI века // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2023. Т. 4. № 3. С. 276–287. DOI: 10.34753/HS.2022.4.3.276
5. Высоцкая А. А., Медведков А. А. Климатогенное "позеленение" курумных ландшафтов в долине нижнего течения реки Подкаменная Тунгуска // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28. № 1. С. 305–313. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-305-313
6. Гарагуля Л. С., Гордеева Г. И., Хилимонюк В. З. Методические основы экологической геокриологии // Основы геокриологии. Ч. 6: Геокриологический прогноз и экологические проблемы в криолитозоне / под ред. Э. Д. Ершова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2008. С. 471–488.
7. Геоэкология Севера / под ред. В. И. Соломатина. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. 270 с.
8. Голубев Г. Н. Геоэкология. М.: Изд-во ГЕОС, 1999. 338 с.
9. Горшков С. П. Концептуальные основы геоэкологии. М.: Желдориздат, 2001. 568 с.
10. Оценка воздействия опасных криогенных процессов на инженерные объекты в Арктике / В. И. Гребенец, Ф. Д. Юров, А. И. Кизяков, Л. И. Зотова, А. А. Маслаков, В. А. Толманов, И. Д. Стрелецкая // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2022. № 3–4. С. 87–102. DOI: 10.22204/2410-4639-2022-115-116-03-04-87-102
11. Цифровые карты криолитозоны и оценка современных изменений в криолитозоне / Д. С. Дроздов, Г. В. Малкова, В. Е. Романовский, А. А. Васильев, А. В. Брушков и др. // Материалы XI международного симпозиума по проблемам инженерного мерзлотоведения / отв. ред. Р. В. Чжан. Якутск, 2017. С. 233–234.
12. Зотова Л. И. Теоретические и прикладные аспекты экспертной геоэкологической оценки опасности хозяйственного освоения в рамках новой образовательной программы // Экологические проблемы криолитозоны: мат-лы конф. 2011. Т. 3. С. 224–231.

13. Зотова Л. И. Интегральная оценка литокриогенного и биоресурсного состояния ландшафтов Тазовского полуострова // Проблемы региональной экологии. 2015. № 4. С. 121–130.
14. Исаченко А. Г. Введение в экологическую географию. СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2003. 192 с.
15. Кудрявцев В. А. Мерзлотная съемка как основной вид мерзлотных исследований // Мерзлотные исследования. 1961. Вып. I. С. 3–10.
16. Ландшафтные индикаторы инженерно-геокриологических условий севера Западной Сибири и их дешифровочные признаки / под ред. Е. С. Мельникова, Л. И. Вейсмана, Л. Н. Крицук М.: Недра, 1974. 122 с.
17. Медведков А. А. Индикация состояния мерзлотно-таёжных ландшафтов на южной периферии криолитозоны в условиях изменяющегося климата // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 1. С. 18–28. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-1-18-28
18. Москаленко Н. Г. Антропогенная динамика растительности равнин криолитозоны России. Новосибирск: Наука, 1999. 280 с.
19. Московченко Д. В. Оценка современной динамики ландшафтов Заполярного месторождения с использованием спутниковых данных // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2018. Т. 4. № 2. С. 6–16.
20. Мудров Ю. В. Мерзлотные явления в криолитозоне равнин и гор. М.: Научный мир, 2007. 316 с.
21. Осадчая Г. Г. Локальные ландшафты как индикаторы геокриологической зональности (на примере Европейского Северо-Востока) // Криосфера Земли. 2012. Том XVI. № 3. С. 62–71.
22. Осипов В. И. Геоэкология: понятие, задачи, приоритеты // Геоэкология. 1997. № 1. С. 3–11.
23. Природные опасности России. Геокриологические опасности / под ред. Л. С. Гарагули, Э. Д. Ершова. М.: Изд. фирма «Крук», 2000. 316 с.
24. Растительный покров Западно-Сибирской равнины / И. С. Ильина, Е. И. Лапшина, Н. И. Лавренко и др. Новосибирск: Наука. Сибирское отд-ние, 1985. 251 с.
25. Симонов Ю. Г. Балльные оценки в прикладных географических исследованиях и пути их совершенствования // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 1997. № 4. С. 7–10.
26. Солнцев В. Н. История университетской кафедры физической географии мира и геоэкологии. М.: Изд-во ГЕОС, 2008. 120 с.
27. Тимашев И. Е. Геоэкология: первоисточники, подходы, перспективы // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2000. № 5. С. 18–22.
28. Трофимов В. Т. Теоретические аспекты геоэкологии. М.: КДУ, 2020. 148 с.
29. Тумель Н. В. Активизация опасных криогенных процессов // География, общество, окружающая среда. Т. 1. Структура, динамика и эволюция природных систем. М.: Изд. дом «Городец», 2004. С. 344–357.
30. Тумель В. Ф. О мерзлотной съемке // Известия АН СССР. Серия геофизическая. 1945. Т. IX. № 2. С. 135–144.
31. Тумель Н. В., Зотова Л. И. Геоэкология криолитозоны. М.: Юрайт, 2023. 204 с.
32. Тумель Н. В., Зотова Л. И. Неоднозначность ландшафтной индикации мерзлотных условий в различных масштабах картографирования криолитозоны России // Инженерные изыскания в строительстве: материалы докладов / ред. Н. А. Журавлева, К. С. Висхаджиева. М., 2018. С. 234–240.

33. Тумель Н. В., Королева Н. А. Мерзлотно-ландшафтная дифференциация криолитозоны России как основа эколого-геологических исследований // Инженерная геология. 2008. № 2. С. 11–14.
34. Тыртиков А. П. О влиянии растительности на многолетнюю подпочву. Материалы к основам учения о мерзлых зонах земной коры. М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 85–108.
35. Чигир В. Г., Ланчаков Г. А., Кульков А. Н. Геоэкологические условия севера Западно-Сибирской равнины и проблемы устойчивости криогеосистемы к техногенезу // Проблемы общей и прикладной геоэкологии Севера. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. С. 222–236.
36. Шестакова А. А. Картографирование мерзлотных ландшафтов с учетом сукцессий растительности (на примере Приленского плато): автореф. ... дис. канд. географ. наук. Якутск, 2011. 20 с.
37. Шполянская Н. А., Зотова Л. И. Карта устойчивости ландшафтов криолитозоны Западной Сибири // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 1994. № 1. С. 56–66.
38. A new map of permafrost distribution on the Tibetan Plateau / D. Zou, L. Zhao, Y. Sheng, J. Chen, T. Wu, J. Wu, C. Xie, et al. // Cryosphere. 2017. Vol. 11. Iss. 6. P. 2527–2542. DOI: 10.5194/tc-11-2527-2017
39. A Spatially Detailed Projection of Environmental Conditions in the Arctic Initiated by Climate Change / A. Kislov, A. Alyautdinov, A. Baranskaya, N. Belova, D. Bogatova, M. Vikulina, I. Zheleznova et al. // Atmosphere. 2023. Vol. 14. DOI: 10.3390/atmos14061003
40. Editorial to the special issue on natural hazards and risk research in Russia / S. Fuchs, A. Shnyparkov, V. Jomelli, N. Kazakov, S. Sokratov // Natural Hazards. 2017. Vol. 88. P. 1–16. DOI: 10.1007/s11069-017-2976-2
41. Fedorov A. N. Permafrost Landscapes: Classification and Mapping // Geosciences. 2019. № 9. DOI: 10.3390/geosciences9110468
42. Kizyakov A., Leibman M. Cryogenic Relief Formation Processes: a Review of 2010–2015 Publications // Earth's Cryosphere. 2016. Vol. XX. P. 40–52. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2016-4(45-58)
43. Medvedkov A., Vysotskaya A., Olchev A. Detection of Geocryological Conditions in Boreal Landscapes of the Southern Cryolithozone Using Thermal Infrared Remote Sensing Data: A Case Study of the Northern Part of the Yenisei Ridge // Remote Sensor. 2023. Vol. 15. № 2: 291. DOI: 10.3390/rs15020291
44. Permafrost-landscape map of the Republic of Sakha (Yakutia) at scale 1:1 500 000 / A. Fedorov, N. Vasilyev, Y. Torgovkin, A. Shestakova, S. Varlamov, M. Zheleznyak // Geosciences. 2018. № 8. DOI: 10.3390/geosciences8120465
45. Risk assessment in the North Caucasus ski resorts / A. Y. Komarov, Y. G. Seliverstov, T. G. Glazovskaya, A. S. Turchaninova // Natural Hazards and Earth System Science. 2016. Vol. 16. P. 2227–2234. DOI: 10.5194/nhess-16-2227-2016
46. Spatial modeling of permafrost distribution and properties on the Qinghai-Tibet Plateau / X. Wu, Z. Nan, G. Cheng, S. Zhao // Permafrost and Periglacial Processes. 2018. Vol. 29. DOI: 10.1002/ppp.1971
47. Theory and practice of individual snow avalanche risk assessment in the Russian Arctic / A. L. Shnyparkov, S. Fuchs, S. A. Sokratov, K. P. Koltermann, Yu. G. Seliverstov, M. A. Vikulina // Geography, Environment, Sustainability. 2012. Vol. 5. P. 64–81. DOI: 10.24057/2071-9388-2012-5-3-64-81
48. Tumul N., Zotova L. Diagnostics and Mapping of Geoecological Situations in the Permafrost Zone of Russia // Geosciences. 2019. № 9. P. 1–31. DOI: 10.3390/geosciences9080353

49. Vulnerability of the Permafrost Landscapes in the Eastern Chukotka Coastal Plains to Human Impact and Climate Change / A. Maslakov, L. Zotova, N. Komova, M. Grishchenko, D. Zamolodchikov, G. Zelensky // *Land*. 2021. Vol. 10. P. 1–15. DOI: 10.24057/2071-9388-2021-039
50. Zotova L. I. Landscape Indication of Permafrost Conditions for Geoecological Assessment & Mapping at Various Scales // *Geography, Environment, Sustainability*. 2021. Vol. 14. P. 33–40. DOI: 10.24057/2071-9388-2021-039

REFERENCES

1. Alekseev V. R. *Geometriya kriolitozonov* [Geometry of the cryolithozone], Yakutsk, 2015. 120 p.
2. Viktorov S. V., Chikishev A. G. *Landshaftnaya indikatsiya i yeye prakticheskoye primeneniye* [Landscape indication and its practical application]. Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta Publ., 1990. 200 p.
3. Vikulina M. A. [Avalanche risk assessment in Khibiny]. In: InterKarto. InterGIS [InterCarto. InterGIS], 2019, vol. 25, pp. 66–76.
4. Vikulina M. A. [Avalanche danger and risk in Khibiny in the context of recreation development at the beginning of the 21st century]. In: *Gidrosfera. Opasnyye protsessy i yavleniya* [Hydrosphere. Dangerous processes and phenomena], 2023, vol. 4, no. 3, pp. 276–287. DOI: 10.34753/HS.2022.4.3.276
5. Vysotskaya A. A., Medvedkov A. A. [Climate-driven “greening” of the kurum landscape in the valley of the lower reaches of the Podkamennaya Tunguska river]. In: *InterCarto. InterGIS* [InterCarto. InterGIS], 2022, vol. 28, no. 1, pp. 305–313. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-305-313
6. Garagulya L. S., Gordeeva G. I., Khilimonyuk V. Z. [Methodological foundations of ecological geocryology]. In: Ershov E. D., ed. *Osnovy geokriologii. CH. 6: Geokriologicheskij prognoz i ekologicheskije problemy v kriolitozone* [Fundamentals of geocryology. Part 6: Geocryological forecast and ecological problems in the cryolithozone]. Moscow, Moscow University Press, 2008, pp. 471–488.
7. Solomatina V. I., ed. *Geoekologiya Severa* [Geoecology of the North]. Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 1992. 270 p.
8. Golubev G. N. *Geoekologiya* [Geoecology]. Moscow, Izd-vo GEOS Publ., 1999. 338 p.
9. Gorshkov S. P. *Kontseptualnyye osnovy geoekologii* [Conceptual foundations of geoecology]. Moscow, Zheldorizdat Publ., 2001. 568 p.
10. Grebenets V. I., Yurov F. D., Kizyakov A. I., Zotova L. I., Maslakov A. A., Tolmanov V. A., Streletskaia I. D. [Assessment of the impact of hazardous cryogenic processes on engineering facilities in the Arctic]. In: *Vestnik Rossiyskogo fundamental'nykh issledovaniy* [Bulletin of the Russian Foundation for Basic Research], 2022, no. 3–4, pp. 87–102. DOI: 10.22204/2410-4639-2022-115-116-03-04-87-102
11. Drozdov D. S., Malkova G. V., Romanovsky V. E., Vasiliev A. A., Brushkov A. V., et al. [Digital maps of the cryolithozone and assessment of modern changes in the cryolithozone]. In: Zhang R. V., ed. *Materialy XI mezhdunarodnogo simpoziuma po problemam inzhenernogo merzlotovedeniya* [Proceedings of the 11th International Symposium on Problems of Permafrost Engineering]. Yakutsk, 2017, pp. 233–234.
12. Zotova L. I. [Theoretical and applied aspects of expert geoecological assessment of the danger of economic development within the framework of the new educational program]. In: *Ekologicheskije problemy kriolitozony* [Ecological problems of the cryolithozone], 2011, vol. 3, pp. 224–231.

13. Zotova L. I. [Integral assessment of the lithocryogenic and bioresource state of the landscapes of the Taz Peninsula]. In: *Problemy regionalnoy ekologii* [Problems of regional ecology], 2015, no. 4, pp. 121–130.
14. Isachenko A. G. *Vvedeniye v ekologicheskuyu geografiyu* [Introduction to environmental geography]. St. Petersburg, Izd-vo S.-Peterb. un-ta Publ., 2003. 192 p.
15. Kudryavtsev V. A. [Permafrost survey as the main type of permafrost research]. In: *Merzlotnyye issledovaniya* [Permafrost research], 1961, iss. I, pp. 3–10.
16. Melnikova E. S., Veisman L. I., Kritsuk L. N., eds. *Landshaftnyye indikatory inzhenerno-geokriologicheskikh usloviy severa Sibiri i ikh deshifrovochnyye priznaki* [Landscape indicators of engineering-geocryological conditions of the north of Western Siberia and their deciphering features]. Moscow, Nedra Publ., 1974. 122 p.
17. Medvedkov A. A. [Indication of the state of permafrost-taiga landscapes on the southern periphery of the cryolithozone in a changing climate]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye nauki* [Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural Sciences], 2018, no. 1, pp. 18–28. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-1-18-28
18. Moskalenko N. G. *Antropogennaya dinamika rastitelnosti svyazana s kriolitozonami Rossii* [Anthropogenic dynamics of vegetation on the plains of the cryolithozone of Russia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1999. 280 p.
19. Moskovchenko D. V. [Assessment of modern dynamics of landscapes of the Zapolyarnoye field using satellite data]. In: *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya i prirodopolzovaniye* [Bulletin of Tyumen State University. Ecology and Nature Management], 2018, vol. 4, no. 2, pp. 6–16.
20. Mudrov Yu. V. *Merzlotnyye yavleniya v kriolitozone i gor* [Permafrost Phenomena in the Cryolithozone of Plains and Mountains]. Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2007. 316 p.
21. Osadchaya G. G. [Local landscapes as indicators of geocryological zonation (using the European North-East as an example)]. In: *Kriosfera Zemli* [Cryosphere of the Earth], 2012, vol. XVI, no. 3, pp. 62–71.
22. Osipov V. I. [Geoecology: concept, tasks, priorities]. In: *Geoekologiya* [Geoecology], 1997, no. 1, pp. 3–11.
23. Garaguli L. S., Ershov E. D., eds. *Prirodnyye opasnosti Rossii. Geokriologicheskaya opasnost* [Natural hazards of Russia. Geocryological hazards]. Moscow, Izd. firma «Kruk» Publ., 2000. 316 p.
24. Ilyina I. S., Lapshina E. I., Lavrenko N. I., et al. *Rastitelnyy pokrov Zapadno-Sibirskoy granitsy* [Vegetation cover of the West Siberian Plain]. Novosibirsk, Nauka. Sibirskoye otd-niye Publ., 1985. 251 p.
25. Simonov Yu. G. [Score assessments in applied geographical research and ways to improve them]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 1997, no. 4, pp. 7–10.
26. Solntsev V. N. *Istoriya universitetskoy kafedry fizicheskoy geografii mira i geoekologii* [History of the University Department of Physical Geography of the World and Geoecology]. Moscow, Izd-vo GEOS Publ., 2008. 120 p.
27. Timashev I. E. [Geoecology: primary sources, approaches, prospects]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2000, no. 5, pp. 18–22.
28. Trofimov V. T. *Teoreticheskiye aspekty geoekologii* [Theoretical aspects of geoecology]. Moscow, KDU Publ., 2020. 148 p.
29. Tumel N. V. [Activation of dangerous cryogenic processes]. In: *Geografiya, obshchestvo, okruzhayushchaya sreda. T. 1. Struktura, dinamika i evolyutsiya sistem* [Geography, society,

- environment. Vol. 1. Structure, dynamics and evolution of natural systems]. Moscow, Izd. dom «Gorodets» Publ., 2004, pp. 344–357.
30. Tumel V. F. [On permafrost survey]. In: *Izvestiya AN SSSR. Seriya geofizicheskaya* [Bulletin of the USSR Academy of Sciences. Geophysical Series], 1945, vol. IX, no. 2, pp. 135–144.
 31. Tumel N. V., Zotova L. I. *Geoekologiya kriolitozony* [Geoeology of the cryolithozone]. Moscow, Yurait Publ., 2023. 204 p.
 32. Tumel N. V., Zotova L. I. [Ambiguity of landscape indication of permafrost conditions at different scales of mapping the cryolithozone of Russia]. In: Zhuravleva N. A., Viskhadzhieva K. S., eds. *Inzhenernyye izyskaniya v stroitelstve* [Engineering surveys in construction]. Moscow, 2018, pp. 234–240.
 33. Tumel N. V., Koroleva N. A. [Permafrost-landscape differentiation of the cryolithozone of Russia as a basis for ecological and geological research]. In: *Inzhenernaya geologiya* [Engineering Geology], 2008, no. 2, pp. 11–14.
 34. Tyrtikov A. P. *O vliyaniy rastitel'nosti na mnogoletnyuyu podpochvu. Materialy k osnovam ucheniy o merzlykh zonakh zemnoy kory* [On the influence of vegetation on perennial subsoil. Materials for the fundamentals of the doctrine of frozen zones of the earth's crust]. Moscow, Izd-vo AN SSSR Publ., 1956, pp. 85–108.
 35. Chigir V. G., Lanchakov G. A., Kulkov A. N. [Geoeological conditions of the north of the West Siberian Plain and problems of cryogeosystem stability to technogenesis]. In: *Problemy obshchey i prikladnoy geoekologii Severa* [Problems of general and applied geoeology of the North]. Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta Publ., 2001, pp. 222–236.
 36. Shestakova A. A. *Kartografirovaniye merzlotnykh landshaftov s uchetom suksessiy rastitel'nosti (po printsipu Prilenskogo plato): avtoref. ... dis. kand. geograf. nauk* [Mapping of permafrost landscapes taking into account vegetation successions (using the Prilensky Plateau as an example): Cand. Sci thesis in Geografic Sciences]. Yakutsk, 2011. 20 p.
 37. Shpolyanskaya N. A., Zotova L. I. [Map of landscape stability in the cryolithozone of Western Siberia]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 1994, no. 1, pp. 56–66.
 38. Zou D., Zhao L., Sheng Y., Chen J., Wu T., Wu J., Xie C., et al. A new map of permafrost distribution on the Tibetan Plateau. In: *Cryosphere*, 2017, vol. 11, iss. 6, pp. 2527–2542. DOI: 10.5194/tc-11-2527-2017
 39. Kislov A., Alyautdinov A., Baranskaya A., Belova N., Bogatova D., Vikulina M., Zhelezno-va I. et al. A Spatially Detailed Projection of Environmental Conditions in the Arctic Initiated by Climate Change. In: *Atmosphere*, 2023, vol. 14. DOI: 10.3390/atmos14061003
 40. Fuchs S., Shnyparkov A., Jomelli V., Kazakov N., Sokratov S. Editorial to the special issue on natural hazards and risk research in Russia. In: *Natural Hazards*, 2017, vol. 88, pp. 1–16. DOI: 10.1007/s11069-017-2976-2
 41. Fedorov A. N. Permafrost Landscapes: Classification and Mapping. In: *Geosciences*, 2019, no. 9. DOI: 10.3390/geosciences9110468
 42. Kizyakov A., Leibman M. Cryogenic Relief Formation Processes: a Review of 2010–2015 Publications. In: *Earth's Cryosphere*, 2016, vol. XX, pp. 40–52. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2016-4(45-58)
 43. Medvedkov A., Vysotskaya A., Olchev A. Detection of Geocryological Conditions in Boreal Landscapes of the Southern Cryolithozone Using Thermal Infrared Remote Sensing Data: A Case Study of the Northern Part of the Yenisei Ridge. In: *Remote Sensing*, 2023, vol. 15, no. 2: 291. DOI: 10.3390/rs15020291
 44. Fedorov A., Vasilyev N., Torgovkin Y., Shestakova A., Varlamov S., Zheleznyak M. Permafrost-landscape map of the Republic of Sakha (Yakutia) at scale 1:1 500 000. In: *Geosciences*, 2018, no. 8. DOI: 10.3390/geosciences8120465

45. Komarov A. Y., Seliverstov Y. G., Glazovskaya T. G., Turchaninova A. S. Risk assessment in the North Caucasus ski resorts. In: *Natural Hazards and Earth System Science*, 2016, vol. 16, pp. 2227–2234. DOI: 10.5194/nhess-16-2227-2016
46. Wu X., Nan Z., Cheng G., Zhao S. Spatial modeling of permafrost distribution and properties on the Qinghai-Tibet Plateau. In: *Permafrost and Periglacial Processes*, 2018, vol. 29. DOI: 10.1002/ppp.1971
47. Shnyparkov A. L., Fuchs S., Sokratov S. A., Koltermann K. P., Seliverstov Yu. G., Viikulina M. A. Theory and practice of individual snow avalanche risk assessment in the Russian Arctic. In: *Geography, Environment, Sustainability*, 2012, vol. 5, pp. 64–81. DOI: 10.24057/2071-9388-2012-5-3-64-81
48. Tumel N., Zotova L. Diagnostics and Mapping of Geoecological Situations in the Permafrost Zone of Russia. In: *Geosciences*, 2019, no. 9, pp. 1–31. DOI: 10.3390/geosciences9080353
49. Maslakov A., Zotova L., Komova N., Grishchenko M., Zamolodchikov D., Zelensky G. Vulnerability of the Permafrost Landscapes in the Eastern Chukotka Coastal Plains to Human Impact and Climate Change. In: *Land*, 2021, vol. 10, pp. 1–15. DOI: 10.24057/2071-9388-2021-039
50. Zotova L. I. Landscape Indication of Permafrost Conditions for Geoecological Assessment & Mapping at Various Scales. In: *Geography, Environment, Sustainability*, 2021, vol. 14, pp. 33–40. DOI: 10.24057/2071-9388-2021-039

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Зотова Лариса Игоревна – кандидат географических наук, старший научный сотрудник кафедры криолитологии и гляциологии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: zotlar@mail.ru

Викулина Марина Александровна – кандидат географических наук, старший научный сотрудник кафедры криолитологии и гляциологии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: masanna2003@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Larisa I. Zotova – PhD (Geography), Senior Researcher, Department of Cryolithology and Glaciology, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: zotlar@mail.ru

Marina A. Vikulina – PhD (Geography), Senior Researcher, Department of Cryolithology and Glaciology, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: masanna2003@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Зотова Л. И., Викулина М. А. Научно-методические аспекты преподавания учебных курсов по геоэкологическим проблемам равнинных и горных территорий криолитозоны // Географическая среда и живые системы. 2024. № 3. С. 123–148.
DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-123-148

FOR CITATION

Zotova L. I., Vikulina M. A. Scientific and methodological aspects of teaching courses on geo-ecological problems of plains and mountains areas in the permafrost zone. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2024, no. 3, pp. 123–148.

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-123-148

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ / GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT AND LIVING SYSTEMS

Научный журнал издаётся Государственным университетом просвещения с 1998 г.

Цель Журнала:

- обсуждение на страницах издания актуальных проблем географической экологии и геосистемного прогнозирования, биологического разнообразия ландшафтов и индикации окружающей среды, диагностики социально-экологических проблем, пространственного планирования и «зелёного» развития территорий, формирования и эволюции туристских дестинаций, территориальной и ресурсной охраны природы.

Задачи:

- рассматривать теоретические и методологические разработки в сфере изучения ландшафтов, геотехнических систем, объектов живой природы и трендов экологического развития городов, стран и регионов мира;
- информировать специалистов и содействовать развитию фундаментальных и прикладных знаний в следующих областях: новые методические аспекты мониторинга природной среды и геосферно-биосферных процессов, анализ конкретных индикаторов экологических (в т.ч. медико-экологических) и эколого-экономических проблем, а также тенденций эколого-технологического развития самых разных объектов (от предприятий и отраслей до стран и крупных регионов);
- оценивать актуальные вызовы для России и её регионов с позиции наук о Земле и экологии;
- знакомить с успешным опытом решения природоохранных проблем в России и за рубежом;
- способствовать внедрению научных достижений ведущих наук об окружающей среде в производственную практику, управленческую среду и образовательный процесс;
- содействовать интеграции российских учёных в международное научное сообщество.

Журнал «Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems» включён в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и международную базу рецензируемой научной литературы (Scopus). Печатная версия журнала зарегистрирована в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Полнотекстовая версия журнала доступна в интернете на платформе Научных электронных библиотек (www.elibrary.ru, cyberleninka.ru), а также на сайтах журнала (www.geoeosreda.ru).

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ / GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT AND LIVING SYSTEMS

2024. № 3

Над номером работали:

Литературный редактор С. Ю. Полякова
Переводчик В. А. Дворянов
Корректор А. А. Глазунова
Компьютерная вёрстка А. В. Тетерин

Адрес редакции:

105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, стр. 1, каб. 98
тел. +7 (495) 780-09-42 (доб. 6101); сайт: www.geoeosreda.ru

Формат 70х108/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Minion Pro».

Тираж 500 экз. Усл. п.л. 9,5, уч.-изд. л. 10.

Подписано в печать: 15.11.2024. Выход в свет: 27.01.2025. Заказ № 2024/11-11.

Отпечатано в Государственном университете просвещения
105005, г. Москва, ул. Радио, 10А