

Географический вестник
= *Geographical bulletin*

Выпуск 3/2025

Научный журнал

Основан в 2005 году. Выходит 4 раза в год

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ПГНИУ)

- 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)
- 1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия (географические науки)
- 1.6.18. Науки об атмосфере и климате (географические науки)
- 1.6.20. Геоинформатика, картография (географические науки)
- 1.6.21. Геоэкология (географические науки)

Издание включено в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук

Geographical Bulletin

Issue 3/2025

Scientific Journal

Founded in 2005. Published 4 times a year

FOUNDER

Perm State University

Included in the list of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission (VAK) of the Russian Federation, where major scientific results of doctor's and candidate's dissertations are to be published

Главный редактор

Зырянов Александр Иванович, д.г.н., профессор,
заведующий кафедрой туризма ПГНИУ

Адрес учредителя и издателя:

614068, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15

Адрес редакции:

614068, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15,
Географический факультет
Тел. (342) 239-66-01, 239-64-41
E-mail: geo_vestnik@psu.ru
Сайт: <http://press.psu.ru/index.php/geogr/index>

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свид. о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-66784 от 08.08.2016 г.

Editor-in-Chief

Alexander I. Zyryanov, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Tourism, Perm State University

Address of the founder and publisher:

15, Bukireva st., Perm, Russia, 614068

Address of the editorial board:

15, Bukireva st., Perm, Russia, 614068,
The Faculty of Geography
Tel. (342) 239-66-01, 239-64-41
E-mail: geo_vestnik@psu.ru
Web-site: <http://press.psu.ru/index.php/geogr/index>

The journal was registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media (Roskomnadzor).

The mass media registration certificate
PI № FS77-66784 dd. August 08, 2016.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Зырянов Александр Иванович, д.г.н., проф., заведующий кафедрой туризма географического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета (Пермь, Россия)

Анимица Евгений Георгиевич, д.г.н., проф., профессор кафедры региональной, муниципальной экономики и управления Уральского государственного экономического университета (Екатеринбург, Россия)

Добролюбов Сергей Анатольевич, д.г.н., проф., академик РАН, декан географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Дружинин Александр Георгиевич, д.г.н., проф. Южного федерального университета (Ростов-на-Дону, Россия)

Дьяконов Кирилл Николаевич, д.г.н., проф. кафедры физической географии и ландшафтования Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, член-корреспондент РАН (Москва, Россия)

Ембуу Батчулуун, д.г.н., проф. кафедры географии Школы математики и естественных наук Монгольского национального университета образования (Улан-Батор, Монголия)

Коноплев Алексей Владимирович, д.б.н., проф., заместитель директора института радиоактивности окружающей среды (Institute of Environmental Radioactivity) Фукусимского университета (Фукусима, Япония)

Мазбаев Орденбек Блисбекович, д.г.н., проф., профессор кафедры туризма Евразийского национального университета им. Л.Н.Гумилева, независимый директор АО «Институт географии и водной безопасности» (Астана, Республика Казахстан)

Мухаббатов Холназар Мухаббатович, д.г.н., проф., профессор Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни (Душанбе, Таджикистан)

Нефёдова Татьяна Григорьевна, д.г.н., ведущий научный сотрудник отдела социально-экономической географии Института географии РАН (Москва, Россия)

Чалов Роман Сергеевич, д.г.н., проф. кафедры гидрологии суши Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

EDITORIAL COUNCIL

Alexander I. Zyryanov, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Tourism of the Geographical Faculty of the Perm State University (PSU) (Perm, Russia)

Evgeny G. Animitsa, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Regional, Municipal Economics and Governance, Ural State University of Economics (Ekaterinburg, Russia)

Sergey A. Dobrolyubov, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Academician of the RAS, Dean of the Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

Alexander G. Druzhinin, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russia)

Kirill N. Diakonov, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Physical Geography and Landscape Studies of the Lomonosov Moscow State University, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Batchuluun Yembuu Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department of Geography School of Mathematics and Natural Sciences Mongolian National University of Education (Ulaanbaatar, Mongolia)

Aleksei V. Konoplev, Doctor of Biological Sciences, Professor, Vice Director of the Institute of Environmental Radioactivity of Fukushima University (Fukushima, Japan)

Mazbayev Ordenbek Blisbekovich Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Tourism of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Independent Director of the JSC ‘Institute of Geography and Water Security’ (Astana, Republic of Kazakhstan)

Khолназар M. Mukhabatov Doctor of Geographical Sciences, Professor Tajik State Pedagogical University named after Sadriddin Aini (Dushanbe, Republic of Tajikistan)

Tatyana G. Nefedova, Doctor of Geographical Sciences, Leading Researcher of the Department of Socio-Economic Geography of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Roman S. Chalov, Doctor of Geographical Sciences, Professor, of the Department of Land Hydrology of the Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Бармин Александр Николаевич, д.г.н., проф., декан геолого-географического факультета Астраханского государственного университета (Астрахань, Россия)

Бузмаков Сергей Алексеевич, д.г.н., проф., заведующий кафедрой биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ (Пермь, Россия)

Кадебская Ольга Ивановна, д.г.н., Кунгурская лаборатория-стационар Горного института УрО РАН Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН (Пермь, Россия)

Калинин Николай Александрович, д.г.н., проф., заведующий кафедрой метеорологии и охраны атмосферы ПГНИУ (Пермь, Россия)

Лепихин Анатолий Павлович д.г.н., проф., заведующий лаборатории проблем гидрологии суши Горного института УрО РАН; профессор кафедры картографии и геоинформатики ПГНИУ (Пермь, Россия)

Назаров Николай Николаевич, д.г.н., проф., ведущий научный сотрудник Лаборатории палеогеографии и геоморфологии Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук (Владивосток, Россия)

Переведенцев Юрий Петрович, д.г.н., проф. Казанского (Приволжского) федерального университета (Казань, Россия)

Погорелов Анатолий Валерьевич, д.г.н., проф., заведующий кафедрой геоинформатики Кубанского государственного университета (Краснодар, Россия)

Пьянков Сергей Васильевич, д.г.н., проф., заведующий кафедрой картографии и геоинформатики ПГНИУ (Пермь, Россия)

Чернов Алексей Владимирович, д.г.н., ведущий научный сотрудник, доцент НИЛ эрозии почв и русловых процессов Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Шихов Андрей Николаевич, д.г.н., профессор кафедры картографии и геоинформатики ПГНИУ (Пермь, Россия)

EDITORIAL BOARD

Alexander N. Barmin, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Dean of the Department of Geology and Geography, Astrakhan State University (Astrakhan, Russia)

Sergey A. Buzmakov, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Biogeocenology and Environmental Protection, PSU (Perm, Russia)

Olga I. Kadebskaya, Doctor of Geographical Sciences, Head of the Kungur laboratory, Mining Institute of Ural Branch of RAS (Perm, Russia)

Nikolay A. Kalinin, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Meteorology and Air Protection, PSU (Perm, Russia)

Anatoly P. Lepikhin Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Terrestrial Hydrology Problems of the Mining Institute, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of Cartography and Geoinformatics of PSU (Perm, Russia)

Nikolay N. Nazarov, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Leading Researcher, Laboratory of Paleogeography and Geomorphology, Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch, Russian Academy of Sciences (Vladivostok, Russia)

Yuri P. Perevedencev, Doctor of Geographical Sciences, Professor of Kazan (Volga Region) Federal University (Kazan, Russia)

Anatoly V. Pogorelov, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Geoinformatics, Kuban State University (Krasnodar, Russia)

Sergey V. Piankov, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Cartography and Geoinformatics of PSU (Perm, Russia)

Alexey V. Chernov, Doctor of Geographical Sciences, Leading researcher, Associate Professor of the NIL of Soil Erosion and Riverbed Processes of the Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

Andrey N. Shikhov, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Cartography and Geoinformatics of PSU (Perm, Russia)

СОДЕРЖАНИЕ**CONTENTS****ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ,
ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И
ГЕОМОРФОЛОГИЯ**

Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.
Эрозионно-аккумулятивные процессы в долинах
левобережных притоков средней Волги

6

**PHYSICAL GEOGRAPHY, LANDSCAPES
AND GEOMORPHOLOGY****ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ
И ПОЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ**

Дружинин А.Г.
О «территориальной определенности»
географического мышления

6

Korableva O.V., Chernov A.V., Isaev A.V.
Accumulative and erosion processes
on the left-bank tributaries of the Middle Volga

20

**ECONOMIC, SOCIAL AND POLITICAL
GEOGRAPHY**

Балина Т.А., Столбов В.А.
Парадигма социоэкономики в контексте
устойчивого развития регионов

20

Druzhinin A.G.
On ‘territorial certainty’ of geographical thinking

Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О.
Региональные особенности миграции
студенческой молодежи в Ставропольском крае
и Республике Дагестан

31

Balina T.A., Stolbov V.A.
The paradigm of socioeconomics in the context
of sustainable development of regions

Журавлëва Е.М., Рогозина Р.Е.
Применение метода изохрон к изучению границ
Орловской городской агломерации

40

Shchitova N.A., Belozerov V.S., Esikova V.O.
Regional features of student migration in Stavropol
Krai and the Republic of Dagestan

Камкин Г.Г.
Транспортные барьеры как фактор территориальной
дифференциации крупного города
(на примере Новой Москвы)

50

Zhuravleva E.M., Rogozina R.E.
The application of the isochron method to study
the boundaries of the Orel urban agglomeration

Марягин В.М., Часовский В.И.
Дифференциация северных городов по уровню
социально-экономического развития
с использованием индексного подхода

63

Kamkin G.G.
Transport barriers as a factor in territorial
differentiation of a big city
(the case of New Moscow)

ГИДРОЛОГИЯ

74

Maryakin V.M., Chasovskii V.I.
Differentiation of northern cities in terms
of the socio-economic development using an index
approach

Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е.
Экстремальная водность в речной системе Дона:
современные аспекты

88

Dmitrieva V.A., Dyukarev D.E.
Extreme water content in the Don River system:
modern aspects

МЕТЕОРОЛОГИЯ

88

HYDROLOGY

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н.,
Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.
Влияние погодных условий на частоту обращений
населения за экстренной кардиологической
помощью в 2018–2022 гг. в г. Томске

98

Nechepurenko O.E., Kuzhevskaia I.V.,
Cheredko N.N., Likhacheva O.Yu., Repin A.N.,
Okrugin S.A.
The impact of weather conditions in Tomsk
on the frequency of emergency cardiac care visits
in 2018–2022

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В. Пространственно-временные особенности распределения туманов, дымки и мглы на территории Иркутской области в современный климатический период	114	Latysheva I.V., Loshchenko K.A., Vologzhina S.Zh., Gekova A.V. The spatiotemporal features of the distribution of fogs, haze, and mist in the Irkutsk region in the modern climatic period
ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ		ECOLOGY AND NATURE USE
Бузмаков С.А., Черемных А.В. Влияние битумизации в условиях карста на природно-техногенную трансформацию малой реки на основе геохимических данных и биотестирования	127	Buzmakov S.A., Cheremnykh A.V. The influence of bituminization in karst conditions on the natural-technogenic transformation of a small river based on geochemical data and biotesting
Шамшурин Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н. Радиоактивное загрязнение пойм и воды рек Течи и Исети цезием-137	143	Shamshurina E.N., Kurakova A.A., Konoplev A.V., Golosov V.N. Radioactive contamination by cesium-137 of floodplains and water of the Techa and Iset rivers
РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ И ТУРИЗМ		RECREATIONAL GEOGRAPHY AND TOURISM
Завадская А.В., Непомнящий В.В., Чижова В.П. История становления и эволюция представлений о рекреационной ёмкости природных территорий	165	Zavadskaya A.V., Nepomnyashchiy V.V., Chizhova V.P. The history and evolution of the concept of recreational carrying capacity of natural territories
Трифонова З.А. Экскурсионные услуги как вид экономической деятельности в регионах России: сравнительный анализ	176	Trifonova Z.A. Excursion services as a type of economic activity in the regions of Russia: a comparative analysis
КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА		CARTOGRAPHY AND GEOINFORMATICS
Добрякова В.А., Широкова Л.М. Моделирование пригодности земель для выращивания сельскохозяйственных культур в Самарской области в условиях изменения климата	189	Dobryakova V.A., Shirokova L.M. Modeling the suitability of lands for cultivating agricultural crops in the Samara Region under climate change

Физическая география, ландшафтovedение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 551.435.1

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-6-19

EDN: VPTQSW



ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ДОЛИНАХ ЛЕВОБЕРЕЖНЫХ ПРИТОКОВ СРЕДНЕЙ ВОЛГИ¹

Ольга Владимировна Кораблева¹, Алексей Владимирович Чернов², Александр Викторович Исаев³

¹ Объединенная дирекция государственного заповедника «Керженский» и национального парка «Нижегородское Поволжье» имени В.А. Лебедева, г. Нижний Новгород, Россия

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия,

² Московский педагогический государственный университет), г. Москва, Россия

³ Государственный природный заповедник «Большая Кокшага», г. Йошкар-Ола, Россия

¹ o-korableva@mail.ru, РИНЦ Author ID: 1058119, ORCID: 0000-0002-7765-2301

² alexey.chernov@inbox.ru, РИНЦ Author ID: 60531, ResearcherID: D-2152-2014, ORCID: 0000-0002-8645-8113

³ avsacha@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены результаты мониторинговых наблюдений на реках нижегородского Заволжья – Керженец и Большая Кокшага, протекающих в одноименных заповедниках. Целью исследований явилось определение закономерностей развития пойменно-русловых комплексов (ПРК) малых рек под влиянием общих и местных естественных факторов. Морфологический облик и эволюция ПРК больших рек определяется влиянием крупномасштабных зональных и региональных факторов, проявляющихся на большом протяжении. Малые реки, развиваясь в целом по тем же законам русловых процессов, испытывают на себе также и влияние локальных факторов, направляющих их развитие в сторону отклонений от схем развития больших рек. Вместе с тем локальные факторы развития малых рек также поддаются систематизации и могут учитываться при прогнозировании их развития. Определение и систематизация факторов, влияющих на развитие малых рек, является конкретной целью настоящей статьи.

Методология исследования базируется на ежегодных наблюдениях состояния русел и пойм на типичных для малых рек участках свободного меандрирования. Анализируются ежегодно измеряемые размывы берегов на тех или иных участках излучин различной кривизны, связь интенсивности размыва с водностью половодий, прослеживаются и фиксируются изменения в прибрежных частях пойм этих рек. Основными результатами исследования являются установление связи между интенсивностью размыва берегов и высотой подъёма уровней воды в половодья, систематизация малых факторов, влияющих на русловые деформации, их типизация и определение особенностей влияния на эволюцию ПРК тех или иных групп этих факторов. В перспективе рекомендуется продолжить ряд наблюдений над динамикой русел этих рек, чтобы уточнить и обобщить влияние локальных факторов на разные типы свободных излучин, а также попытаться обнаружить цикличность в их изменениях, что невозможно сделать на больших реках именно в силу их величины и высокой энергии их потоков.

Ключевые слова: река Керженец, река Большая Кокшага, мониторинг, излучины, размывы берегов, пойма, поёмность, аллювиальные отложения.

Финансирование. Работа выполнена по плану темы государственного задания 910412Ф.99.1.АВ50АА00001 «Измерение параметров окружающей среды на реках заповедных территорий», пункт 12 – «Многолетние наблюдения», госзадания НИЛ эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева МГУ имени М. В. Ломоносова «Гидрология, морфодинамика и геоэкология эрозионно-русловых систем», и при финансовой поддержке РНФ (проект РНФ № 23-17-00065).

Для цитирования: Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В. Эрозионно-аккумулятивные процессы в долинах левобережных притоков средней Волги // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 6–19. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-6-19. EDN: VPTQSW



Физическая география, ландшафтное и геоморфологическое изучение
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

PHYSICAL GEOGRAPHY, LANDSCAPES AND GEOMORPHOLOGY

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-6-19

EDN: VPTQSW

ACCUMULATIVE AND EROSION PROCESSES ON THE LEFT-BANK TRIBUTARIES OF THE MIDDLE VOLGA

Olga V. Korableva¹, Alexey V. Chernov², Alexander V. Isaev³

¹ Kerzhensky State Nature Reserve and Nizhegorodskoye Povolzhye National Park named after V.A. Lebedev, Nizhny Novgorod, Russia

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

² Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

³ Bolshaya Kokshaga State Nature Biospheric Reserve, Yoshkar-Ola, Russia

¹ o-korableva@mail.ru, RSCI Author ID: 1058119, ORCID: 0000-0002-7765-2301

² alexey.chernov@inbox.ru, RSCI Author ID: 60531, ResearcherID: D-2152-2014, ORCID: 0000-0002-8645-8113

³ avsacha@yandex.ru

Abstract. The article discusses the results of monitoring observations on the rivers of the Nizhny-Novgorod Trans-Volga region – Kerzhenets and Bolshaya Kokshaga, flowing in the reserves having the same names. The purpose of the research was to identify the development patterns of floodplain-channel complexes of small rivers under the influence of general and local natural factors. The morphological appearance and evolution of floodplain-channel complexes of large rivers is influenced by large-scale zonal and regional factors, which manifest themselves over large areas. Small rivers, while developing according to the same laws of riverbed processes, are also affected by local factors, which cause their evolution to deviate from the development patterns of large rivers. We deem it possible to systematize local factors in the small rivers' development and take them into account when forecasting their evolution. Thus, the specific purpose of this article is to identify and systematize the factors influencing the development of small rivers.

The research methodology is based on annual observations of the condition of the riverbeds and floodplains in free meandering areas, typical for small rivers. The paper analyzes annually measured bank erosions in different sections of bends of different curvature as well as the relationship between the intensity of erosion and the water content of floods; changes in the near-bank parts of the floodplains of the rivers are traced. The study has established a relationship between the bank erosion intensity and the water level rise during high water periods, systematized and typified small factors affecting channel deformations, and established how certain groups of these factors influence the evolution of the riverbed. In the future, it is recommended to continue a series of observations of the dynamics of the riverbeds in order to clarify the influence of local factors on different types of free bends, as well as to try to detect cyclicity in their changes, which cannot be done on large rivers because of their size and high energy flow.

Keywords: Kerzhenets River, Bolshaya Kokshaga River, monitoring, flood regime, erosion processes, bank erosion, alluvium deposits, floodplain, bend

Funding: the study was conducted under the state assignment topic 910412F.99.1.AV50AA00001 ‘Measuring environmental parameters on the rivers located in protected areas’, item 12 ‘Long-term observations’, the state assignment for the Makkaveev Scientific Research Laboratory of Soil Erosion and Riverbed Processes at Lomonosov MSU ‘Hydrology, morphodynamics, and geoecology of erosion-channel systems’, with financial support from the Russian Science Foundation (project No. 23-17-00065).

For citation: Korableva, O.V., Chernov, A.V., Isaev, A.V. (2025) Accumulative and erosion processes on the left-bank tributaries of the Middle Volga. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 6–19. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-6-19. EDN: VPTQSW

Введение

Бассейны рек, их русла, береговые зоны всегда были и остаются самыми востребованными объектами в хозяйственной структуре. Их природная ценность и экономическая значимость возрастают, расширяя сферы их использования. Доказательством тому служит увеличение спроса на водный туризм, что требует возведения необходимой для полноценной рекреации береговой инфраструктуры. В последние годы второе рождение переживает судоходство, в первую очередь круизное. С этими целями осваиваются средние и даже малые реки, ранее надолго выведенные из транспортного оборота. Однако в процессе освоения речных ресурсов не всегда учитываются особенности проявления природных процессов как в руслах рек, так и в речных долинах в целом.

Особенно это относится к ресурсам малых рек, так как для них нет достаточных сведений о функционировании наиболее изменчивых частей речных долин – пойменно-русловых комплексов (ПРК), включающих речные русла и речные поймы, генетически и динамически тесно связанные между собой [20]. За многие десятилетия и даже столетия выработались приемы и методы изучения динамики и развития средних и больших рек с широким спектром использования разнообразных ресурсов их русел, пойм, долин. В последние годы в связи с бурным внедрением новейших технологий детальное изучение природных объектов стало автоматизироваться, полученные такими способами выводы стали обобщаться с целью аппроксимировать наблюдаемые процессы в имеющейся математические модели.

Физическая география, ландшафтovedение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

Для больших рек *подобная аппроксимация* оказалась вполне оправданной, так как она стала совпадать с генерализацией процессов и явлений исследуемого объекта, без которой и ранее трудно было проводить обобщения, анализировать их и делать представительные выводы. Однако для рек малых излишняя аппроксимация процессов, их «подгонка» под существующие модели оказалась чрезсург грубой, при ней терялись детали и особенности, казалось бы, незначительные, но играющие важную роль в развитии динамики малых рек, зачастую определяя их поведение и ресурсный потенциал. Эти проблемы были подняты в работах, посвященных изучению поведения малых рек: Тарусы, Шерны и средней по водности реки Керженец [4, 23, 24]. Оказалось, что существенную роль в развитии русловых деформаций и пойменных ландшафтов играют локальные факторы, не имеющие регионального распространения на уровне физико-географических областей и провинций, но которые, проявляясь на уровне уроцищ или даже фаций, могут кардинально изменить динамику и даже эволюцию малых рек. Оптимальным способом выявления таких факторов и создаваемых ими локальных процессов, что крайне необходимо при планировании дальнейшего использования доступных ресурсов конкретных малых рек, являются многолетние мониторинговые наблюдения за пойменно-русловыми комплексами малых рек.

Очевидно также, что понимание естественной динамики и функционирования природных пойменно-русловых комплексов, т.е. отправных позиций, на основе которых можно строить программы освоения ресурсов, лучше всего достигается на реках, не испытывающих пока внешнее антропогенное воздействие.

Объект методы и материалы исследования.

Малые (длиной в лесной зоне около 100 км) и средние (длиной около 300 км) реки [22], почти не затронутые масштабным воздействием на их ПРК человека, до сих пор сохранились на южном склоне Северных Увалов – среди южной тайги и смешанных лесов Восточно-Европейской равнины. Большинство рек этого региона выработали свои долины в рыхлых легкоразмыываемых песках и алевритах и поэтому отличаются свободным развитием русловых деформаций. К таким рекам относятся левобережные притоки Волги – Керженец и Большая Kokшага, дренирующие волжскую аллювиальную равнину, называемую низким Заволжьем. Благодаря созданию на их берегах одноименных заповедников, процессы, протекающие в их долинах, практически не затронуты деятельностью человека. Поэтому и русловые процессы в руслах, и ландшафтообразующие процессы на поймах, террасах и прилегающих к ним плоских водоразделах развиваются в естественных условиях без внешнего влияния людей [21]. Обе реки протекают преимущественно меридионально (рис. 1). И на той, и на другой реке преобладает меандрирующее русло

со свободными излучинами, формирующимиися в рыхлых отложениях. При формировании ПРК основной русловый процесс состоит из блуждания свободно меандрирующих русел, образования новых пойменных массивов на выпуклых берегах излучин, дальнейшей сукцессии пойменных ландшафтов, постепенного превращения их в ландшафты речных террас с появлением зональных типов почв и видов растительности. Строение долин представлено двухсторонней поймой и террасами, возвышающимися на 4,5 м (пойма) и более (террасы) над руслами рек [10]. Поймы образуются на песчаных, супесчаных и легкосуглинистых отложениях, они преимущественно двухсторонние, с произрастанием смешанных лесов, где хвойные (сосна, ель) широколиственные породы встречаются в различных сочетаниях [5, 14]. Согласно физико-географическому районированию России [8], данные территории входят в одну ландшафтную зону подтайги в Камско-Мещерской области. Именно на таких землях – землях Керженского и Kokшагинского заповедников – были в начале XXI века организованы многолетние мониторинговые наблюдения за функционированием, динамикой русловых и пойменных процессов на протекающих там малых реках.

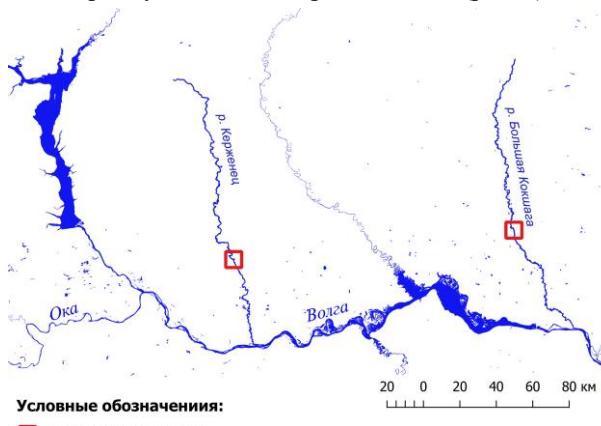


Рис. 1. Расположение рек Керженец и Большой Kokшага в пределах низменного Заволжья
Fig. 1. Location of the Kerzhenets and Bolshaya Kokshaga rivers within the lowland Volga region

Мониторинг за руслами рек Керженца и Большой Kokшаги осуществляется в процессе ежегодного измерения расстояния от бровки размываемого берега до базисной линии, проведённой вдоль берега на удалении 10–20 м от него. Накопление ежегодного наилка определяется путем измерения накопившегося за очередное половодье слоя наилка на специально уложенных на поверхности поймы металлических дисках со слегка шероховой поверхностью. Пойменная сукцессия определяется путем ежегодного маршрутного обследования характерны разновозрастных участков пойм (пойменных генераций) с фиксацией произошедших там изменений, а именно смены видового состава растений, площади покрытия выделенных участков пойм.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

Цель настоящей статьи: на основе многолетнего мониторинга выявить реальные особенности проявления и динамику природных (гидрологических, поёмных, аккумулятивных и эрозионных) процессов на реках средней Волги: Керженец и Большая Кокшага, находящихся в естественных условиях и не нарушенных антропогенной деятельностью. При проведении мониторинговых наблюдений за динамикой русел обеих рек, отражающейся в размывах их берегов и искривлении излучин, возможно выявление причин неравномерности этих явлений в многолетнем разрезе. Находится связь между скоростью размыва берегов на излучинах различной степени развитости (кривизны), а также сезонными и многолетними особенностями гидрологического режима рек, изучаются проявления эрозионных и аккумулятивных процессов на поймах, их реакция на стадии сукцессии пойменных ландшафтов. При таком подходе учитываются не только общие, но и локальные, местные процессы и явления, которые тем не менее влияют на функционирование пойменно-русловых комплексов в целом.

Учитывая различия в ландшафтных и гидрологических характеристиках водосборов и различия гидрологического режима рек Керженца и Большой Кокшаги, целесообразно определить причины этих различий, поскольку необходимо учитывать при проектах использования ресурсов обеих рек (в том числе и рекреационных).

Создание и реализация проектов освоения и использования речных ресурсов на территории малых речных бассейнов без учета мониторинга русловых и пойменных процессов может привести к нарушениям естественного хода природных процессов, провоцирующим серьезные геоэкологические нарушения в руслах и на берегах рек, проявившихся на ряде малых и средних реках Европейской России [2, 20].

Методы и материалы исследований.

Наиболее продолжительный непрерывный мониторинг проводится на реке Керженец. Для подтверждения теоретических представлений о динамике русловых процессов на меандрирующих реках [19], где различные стадии развития излучин сопровождаются неодинаковыми скоростями размывов вогнутых берегов, был организован мониторинг за размывами берегов на 3-х излучинах (изгиба реки), имеющих разную кривизну (степень развитости) [13]. В первые четыре года наблюдения проводились два раза в год – после половодья (в июне) и после прохождения возможных дождевых паводков (сентябрь). Однако затем наблюдения стали проводиться только после половодья, т.к. предыдущие осенние наблюдения показали полное отсутствие размывов берегов даже после высоких, но очень кратковременных дождевых паводков [13].

Многолетний ряд наблюдений за уровнем воды на этой реке осуществляется с 1997 г. [1]. Фиксируются данные уровня относительно нулевой отметки, имеющей абсолютную высоту 80,8 м по Балтийской системе высот (БС), на ведомственном гидропосту Керженского заповедника в пос. Рустай сотрудниками заповедника.

Первая излучина относится к сегментным развитым – коэффициент ее извилистости ($K_{изв}$ – соотношение длины русла на излучине к ее шагу) равен 1,9; вторая – сегментная крутая излучина, ее $K_{изв}$ равен 2,4; третья излучина – пологая, ее $K_{изв}$ едва достигает 1,2 (рис. 2) [11].



Рис. 2. Мониторинговые излучины (№1, №2, №3) и профиль с пойменными площадками для измерения аллювия на пойме р. Керженец
Fig. 2. Monitoring bends (№1, №2, №3) and a profile with floodplain areas for measuring alluvium on the Kerzhenets River floodplain

Проводятся ежегодные измерения мощности и механического состава пойменного наилка – аллювиальных наносов, откладывающихся на поверхности различных участков поймы во время половодий. Мониторинг аккумуляции наносов на пойме производится на ряде рек России различными способами, в основе которых лежит выделение типичных участков пойменных поверхностей разной высоты и возраста и заложение на них искусственных листов, не препятствующих накоплению наилка на них и позволяющих ежегодно после половодья определять толщину накопленного слоя осадков [16]. На пойме Керженца измерение толщины слоя наилка, накопленного за половодье, осуществляется с использованием металлических дисков, мощность и состав наносов определяются после половодья на пойме один раз в год после спада половодий [14]. Диски закладываются на выпуклых шпорах современных излучин, относящихся к низкой молодой пойменной генерации на различном расстоянии от русла Керженца поздней осенью. Мониторинг заключается в определении весной после спада половодья толщины слоя наилка (илистой массы), накопившегося на каждом из таких дисков за период стояния половодий.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

Уровень воды в разные фазы режима на Большой Кокшаге определяется на водомерном посту «Шимаево» с 2001 года сотрудниками одноименного заповедника с начала вскрытия льда на реке и до ледостава; ноль графика поста привязан к БС и соответствует 74,3 м [6].

В заповеднике «Большая Кокшага» осуществляются измерения накоплений и особенности формирования пойменного аллювия, проводится анализ химических показателей наилка [7]. Мониторинговые измерения за размывами берегов ведутся на р. Большая Кокшага на развитой сегментной излучине (№1 на рис. 3); в 2024 году был организован второй стационар на реке – на этот раз на крутой сегментной излучине (№2 на рис. 3). На ней расставлены и размечены репера наблюдения, измерены первоначальные расстояния от них до линии подмываемого берега. Регулярные измерения планируется начать после прохождения половодья 2025 г.

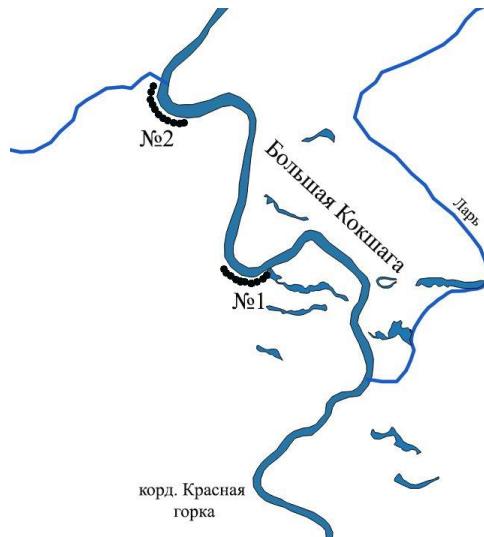


Рис. 3. Мониторинговые излучины (№1, №2) для определения размыва берега на р. Большая Кокшага
Fig. 3. Monitoring bends (№1, №2) for determining bank erosion on the Bolshaya Kokshaga River

Результаты и их обсуждение

Достижение поставленной в статье цели – определить связь между объемами половодий и паводков и темпами размывов берегов и осаждения пойменного наилка – потребовало провести анализ колебаний гидрологического режима на обеих реках в разные его фазы. По гидрологическому режиму Волжские притоки Керженец и Большая Кокшага относятся к Восточно-Европейскому типу и характеризуются весенним половодьем, летней и осенней меженью с вероятными дождевыми паводками и достаточно устойчивой зимней меженью.

В результате сравнительного анализа уровенного режима на р. Керженец (табл. 1) были выделены годы относительно меженного летнего уровня, равного нулевой отметке: с очень высоким половодьем (более 4 м относительной высоты) – 2001, 2005 гг. (максимальная отметка за весь период наблюдений), 2012 г.; с относительно высоким половодьем (от более 3 до 4 м) – 1998, 1999, 2002, 2011, 2013, 2016, 2021, 2024 гг.; с относительно невысоким или средним половодьем (от около 2 до 3 м) – 1997, 2000, 2003, 2004, с 2006 по 2009, 2015, с 2017 по 2020, 2022, 2023 гг.; с очень низким половодьем (1,5 м и ниже) – 2010, 2014, 2019 гг. Средний подъем вод Керженца в половодье составляет 2,7 м относительно меженного уровня. За 28-летний период мониторинговых измерений определено, что средний срок поднятия уровней вод приходится на начало апреля (1.04). Максимальный уровень приходится на начало третьей декады апреля (20.04). Снижение уровней воды до начальных (меженных) отметок в среднем приходится на конец второй декады мая (19.05). Среднее количество половодного режима Керженца составляет около 50 дней.

На гидропосту р. Большой Кокшаги у кордона Шимаево фиксируются данные относительных высот уровня воды, в табл. 2 даны уровни, отличные от первичных данных гидропоста, так как был учтен средний меженный летний уровень реки. Средний многолетний меженный уровень составил 1 м, т.е. средний подъем уровня вод во время половодья по средним многолетним данным составляет 3,2 м над меженью.

На основании мониторинговых сведений (табл. 2) на р. Большая Кокшага аналогично с Керженцем выделены годы: очень высокого половодья – 2002, 2005 (максимальная отметка за весь период наблюдений), 2013, 2016 гг. (с относительными высотами уровня 3,6 м и более); относительно высокое половодье (от 3,4 до 3,6 м): 2001, 2012 гг.; относительно невысокое или среднее половодье (от 3,0 до 3,3 м) в 2003, 2004, 2006, 2008, 2011, 2017, 2018, 2020, 2021, 2023 гг.; с низким уровнем половодья (ниже 3,0 м): 2009, 2010, 2014, 2015, 2019, 2022, 2024 гг.

Обобщая полученные данные по половодному режиму Большой Кокшаги за период с 2001 по 2024 г., было определено, что начало среднемноголетнего половодья наступает в конце первой декады апреля, максимальный подъем приходится на середину апреля, конец половодья приходится на середину мая. По усредненным данным половодье имеет продолжительность около 40 дней.

Физическая география, ландшафтovedение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

Таблица 1
 Table 1

Уровень полых вод и продолжительность половодий р. Керженец в районе п. Рустай (Керженский заповедник)
 The flood waters level and the duration of floods on the Kerzhenets River
 in the vicinity of the Rustai village (Kerzhensky Reserve)

Год	Макс. уровень, м (отн выс.)	Половодье, дата			Продолжительность, дни		
		начало	пик	окончание	общая	подъём	спад
1997	2,0	05.04	30.04	18.05	43	25	18
1998	3,5	25.04	06.05	30.05	35	11	24
1999	3,7	09.04	21.04	09.05	30	12	18
2000	2,1	06.04	22.04	09.05	33	16	17
2001	4,1	05.04	22.04	16.05	41	17	24
2002	3,1	06.04	19.04	16.05	40	13	27
2003	2,4	15.04	27.04	07.06	53	12	41
2004	2,0	27.03	27.04	13.05	47	31	16
2005	4,4	05.04	30.04	18.05	43	25	18
2006	2,1	06.04	27.04	11.05	35	21	14
2007	1,8	09.03	28.03	04.05	55	19	36
2008	2,3	20.03	18.04	14.05	55	29	26
2009	2,1	04.04	08.05	24.05	50	34	16
2010	1,5	02.04	09.05	18.05	46	7	39
2011	3,2	14.04	02.05	30.05	40	18	22
2012	4,4	11.04	24.04	26.05	45	13	32
2013	4,0	05.04	26.04	20.05	47	22	25
2014	1,3	15.03	02.04	18.05	64	18	46
2015	2,5	10.04	29.04	24.05	44	19	25
2016	3,8	30.03	22.04	20.05	51	23	28
2017	2,8	05.04	23.04	30.05	48	17	31
2018	3,0	05.04	11.04	25.05	50	6	44
2019	1,1	29.03	21.04	16.05	48	23	25
2020	2,4	05.03	23.03	13.05	69	18	51
2021	3,1	09.04	26.04	03.06	55	17	38
2022	2,0	08.04	22.04	12.05	34	14	20
2023	2,6	16.03	10.04	27.04	31	14	17
2024	3,3	27.03	11.04	29.05	63	15	48
Среднее	2,7	01.04	20.04	19.05	48	19	29
Минимум	1,1	05.03	23.03	04.05	30	6	14
Максимум	4,4	25.04	08.05	07.06	69	34	51

Таблица 2
 Table 2

Уровень полых вод и продолжительность половодий р. Большая Кокшага в районе
 корд. Шимаево (заповедник «Большая Кокшага»)
 The flood waters level and the duration of floods on the Bolshaya Kokshaga River in the vicinity
 of the Shimaevо village (Bolshaya Kokshaga Nature Reserve)

Год	Макс уровень, м (отн. выс.)	Половодье, дата			Продолжительность, дни		
		начало	пик	окончание	общая	подъём	спад
2001	3,5	07.04	19.04	09.05	33	13	20
2002	3,6	17.04	25.04	21.05	35	7	28
2003	3,3	11.04	16.04	20.05	40	6	34
2004	3,2	08.04	20.04	26.05	49	12	37

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

Окончание табл. 2

Год	Макс уровень, м (отн. выс.)	Половодье, дата			Продолжительность, дни		
		начало	пик	окончание	общая	подъём	спад
2005	3,8	13.04	18.04	19.05	37	6	31
2006	3,2	10.04	19.04	12.05	33	9	24
2008	3,2	27.03	30.03	22.05	26	4	22
2009	2,9	04.04	13.04	18.05	45	10	35
2010	2,9	06.04	13.04	04.05	29	8	21
2011	3,3	14.04	21.04	14.05	31	9	22
2012	3,5	15.04	19.04	19.05	35	6	29
2013	3,6	19.04	24.04	28.05	40	6	34
2014	2,5	08.04	28.04	12.05	35	21	14
2015	2,8	16.04	24.04	10.05	25	7	18
2016	3,6	14.04	18.04	05.05	22	5	17
2017	3,2	13.04	18.04	27.05	45	6	39
2018	3,1	16.04	21.04	20.05	35	6	29
2019	2,9	08.04	19.04	13.05	36	12	24
2020	3,3	11.03	20.03	20.05	72	10	62
2021	3,3	16.04	21.04	27.05	42	6	36
2022	2,8	12.04	22.04	11.05	30	11	19
2023	3,2	29.03	04.04	29.04	32	7	25
2024	2,9	03.04	13.04	23.05	50	10	40
Среднее	3,2	09.04	16.04	16.05	38	9	29
Минимум	2,5	11.03	20.03	29.04	22	4	14
Максимум	3,8	19.04	28.04	28.05	72	21	62

По гидрологическому режиму отмечаются некоторые сходства и различия. На реке Керженец высота максимального подъема воды в половодье над меженным уровнем составляет от 1,1 до 4,4 м, тогда как на р. Большая Kokшага – от 2,5 до 3,6 м над меженем. Среднемноголетний максимальный уровень воды половодья составляет 2,7 (Керженец) и 3,2 м (Б. Kokшага) относительно межени. Динамика максимальных уровней вод в половодье на р. Керженец носит более выраженный скачкообразный характер, где можно выделить годы с очень высокими уровнями, с относительно высокими, средними и низкими уровнями.

На реке Керженец по средним многолетним датам отмечается более ранее наступление половодья, чем на р. Большая Kokшага, в среднем на 6 дней. Пик половодья наступает быстрее на Большой Kokшаге. Период половодья на р. Керженец, в отличие от р. Большая Kokшага, примерно на 10 дней больше, отличия заключаются лишь в продолжительности подъема вод на данных реках. На Большой Kokшаге он проходит быстрее, чем на Керженце. Длительность снижения уровня воды в реках совпадает.

Поемные процессы рек напрямую связаны с гидрологическим режимом рек [18]. Под поемностью подразумевается интегральная характеристика, объединяющая характеристики частоты (периодичности), длительности и глубины затопления поймы во время половодья [3].

На заповедном участке среднего течения р. Керженец выделяются три уровня поймы: низкая, средняя и высокая, которые были выделены по характеристикам рельефа и почвенно-растительного покрова [14]. Анализ продолжительности половодья выявил особенности затопления (поемности) разных уровней. Низкая пойма с высотой над меженным урезом до 1,5 м имеет поемность около 50 дней, в «сухие» годы (с низким половодьем) – 2007, 2010, 2014, 2019 гг. – низкая пойма затапливается лишь частично и на более короткие сроки. Продолжительность затопления средней поймы с высотой от 1,5 до 3,5 м составляет от 20 до 8 дней; затапливается она не каждый год, а только в годы с отметкой среднего уровня полых вод и выше. Высокая пойма имеет поемность 8 дней и меньше, затапливается она крайне редко. Значительное затопление высокой поймы наблюдалось в 2005 и 2012 гг., когда уровень пиковой отметки достигал более 4,0 м относительной высоты.

На р. Большая Kokшага общая продолжительность затопления возвышенных гравистых участков поймы составляет около 27 дней, в понижениях – 35 дней [5]. В результате анализа подъема полых вод и длительности половодья можно по степени поемности выделить три главные пойменные ступени: низкая пойма, находящаяся под воздействием полых вод ежегодно, уровень поверхности над урезом вод составляет до 2,5 м, средняя поемность около 40 дней; средняя пойма высотой от 2,5 до 3,3 м, средняя поемность около 20 дней. Высокая пойма, поднятая над урезом вод выше 3,4 м, имеет среднюю поемность 7 дней и меньше, из 28 лет наблюдений затапливалась 6 раз в самые высокие половодные годы.

Физическая география, ландшафтovedение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

Скорости накопления пойменного аллювия (наилка) на р. Керженец определяются с помощью измерения мощности и гранулометрического состава отложений на пойменных разноуровневых участках (площадках) после половодий [12]. Пойменные площадки показаны на рис. 2 на опорном профиле (линии), имеющем направление от русла вглубь поймы. С 2006 г. мониторинг производился с первой по пятую площадку. При высоком половодье в 2012 г. на первой площадке, ближайшей к руслу (40 м от русла), отложения мелководистого песка составили 21 мм, на остальных участках аллювиальные наносы отсутствовали. В другие годы наносы были не значительными и составляли 1 мм пылеватого песка. В 2015 г. была заложена шестая пойменная площадка (ПП6) в 20 м от русла, где на пойменной поверхности отсутствовала сплошная растительность. В 2016 г. половодье было достаточно высокое, и в этот год мощность отложенного среднезернистого песка составила 156 мм. В последующие годы увеличенная высота участка и появившаяся растительность способствовали снижению крупности наилка и отложению мелководистого песка.

По мониторинговым наблюдениям отмечается, что мощность ежегодного слоя наилка зависит от уровня полых вод. Чем выше был уровень вод в половодье, тем мощнее был слой наносов на площадках, расположенных ближе к руслу. Отложения в виде мелководистого песка отмечались только на поверхности площадки 6 и составляли 2017 г. – 105 мм, 2018 г. – 97, 2019 и 2020 гг. – наносов не было, 2021 г. – 93 мм, 2022 и 2023 гг. – 1 мм, 2024 г. – 30 мм.

На р. Керженец отмечена также прямая взаимосвязь мощности аллювиальных наносов и высоты половодья: при значительных подъемах полых вод наблюдается более мощная аккумуляция наносов на пойменном мониторинговом участке.

Состав аллювиальных отложений различных участков пойменных поверхностей Большой Кокшаги показал, что они имеют относительно слабую сортировку. В непосредственной близости к руслу на прирусловом валу преобладают частицы мелководистого песка. На остальных площадках при удалении от русла состав наилка представлен тонкозернистым песком, быстро сменяющимся пылеватыми частицами алеврита [7]. Тем самым средняя крупность аллювия пойменной фации на Большой Кокшаге оказывается меньше, чем на Керженце.

Это объясняется большей заболоченностью бассейна Бол. Кокшаги по сравнению с бассейном Керженца, и меньшими перепадами высот между областями водосборов обеих рек, их верхними течениями, с одной стороны, и устьями с другой. Область максимального водосбора в верхнем течении р. Керженец расположена в диапазоне высот 150–160 м БС, тогда как на р. Большая Кокшага основной водосбор сосредоточен на высотах 120–130 м БС. Высота устья Керженца составляет 62 м БС, высота устья Большой Кокшаги при максимальной сработке Чебоксарского водохранилища – 49 м БС. Тем самым перепад высот на Керженце равен около 100 м, что при длине 290 км создает средний уклон 0,34 м/км. На реке Большой Кокшаге при перепаде высот 76 км и длине 294 км средний уклон равен 0,26 м/км. Безусловно, столь грубые подсчеты не претендуют на точный расчет эрозионно-транспортирующей способности обеих рек, но общая картина уклонов их русел становится ясной и объясняет и высокую заболоченность бассейна Большой Кокшаги, и меньшую крупность руслового аллювия в ней.

Аллювиальный процесс на обеих реках ярко выражен у русла реки, по мере удаления он ослабевает либо совсем отсутствует. Гранулометрический состав аллювия вглубь поймы уменьшается.

Аллювиальный процесс на обеих реках ярко выражен у русла реки, по мере удаления он ослабевает, либо совсем отсутствует. Гранулометрический состав аллювия вглубь поймы уменьшается.

Эрозионные процессы, выражющиеся в размывах берегов излучин, на Керженце прослеживаются при мониторинге на трех излучинах разной крутизны (см. рис. 2 и табл. 3). Средняя скорость размыва берегов развитой излучины №1 за 22 года наблюдений составила 0,56 м/год. Максимальные скорости размыва берега достигали здесь 7,2 м. На второй – крутой излучине №2 средний многолетний размыв береговой линии составил 0,73 м/год, с максимальным размывом почти 10 м. На третьей – пологой излучине №3 средний многолетний размыв береговой линии составил меньше всего – 0,45 м/год, с максимумом равным 6,4 м.

Таблица 3
Table 3

Средние и максимальные размывы (эрзия) берегов на мониторинговых излучинах р. Керженец
Average and maximum washouts (erosion) of the banks on the monitoring bends of the Kerzhenets River

Годы	Средние размывы на излучинах			Максимальные размывы на излучинах		
	Развитая	Крупная	Пологая	Развитая	Крупная	Пологая
2001	1,97	-	-	5,80	-	-
2002	0,59	-	-	3,30	-	-
2003	0,30	0,28	0,69	3,20	1,20	4,60
2004	0,50	0,32	0,17	1,70	1,60	1,60
2005	1,30	3,01	1,83	6,60	7,90	4,40
2006	0,12	0,16	0,00	1,20	1,30	0,00
2007	0,06	0,12	0,05	0,60	1,60	0,30
2008	0,12	0,62	0,00	0,90	4,70	0,00
2009	0,27	0,17	0,03	3,00	1,00	0,20
2010	0,03	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

Окончание табл. 3

Годы	Средние размывы на излучинах			Максимальные размывы на излучинах		
	Развитая	Крутая	Пологая	Развитая	Крутая	Пологая
2011	1,13	1,46	0,52	3,90	4,90	3,60
2012	1,70	2,17	1,55	7,20	9,90	6,40
2013	1,16	1,75	1,46	4,30	4,70	5,00
2014	0,15	0,05	0,00	0,80	0,60	0,00
2015	0,09	0,60	0,02	0,90	2,50	0,10
2016	0,86	1,54	1,21	4,10	4,40	4,60
2017	0,32	0,29	0,34	1,45	1,60	1,30
2018	0,52	1,18	0,28	1,80	3,60	1,60
2019	0,07	0,03	0,01	0,40	0,20	0,10
2020	0,24	0,17	0,11	2,10	1,70	0,50
2021	0,60	0,47	0,65	3,30	2,40	2,00
2022	0,28	0,11	0,15	2,80	1,40	1,10
2023	0,60	0,00	0,60	4,90	0,20	2,90
2024	0,60	0,30	1,10	1,80	1,20	3,80
Итог	0,60	0,70	0,50	7,20	9,90	6,40

На всех трех излучинах наиболее активная эрозионная деятельность наблюдалась в 2001, 2005, 2012 гг., которые были самыми полноводными годами. Интенсивность размыва берегов в среднем составляла в эти годы около 2 м в год и больше. В годы с менее высоким половодьем средние размывы снижались до 1,5 м. В годы со средним половодьем средние скорости размыва едва достигали 0,1–0,5 м; а в годы с очень низким половодьем (2007, 2010, 2014, 2019 гг.) размыв берегов всех трех излучин, независимо от их формы, был слабым (меньше 0,1 м/год) либо его совсем не было (рис. 4) [15]. Общий средний размыв берегов составил 0,6 м/год. Оценивая взаимосвязь между двумя переменными (максимальным уровнем вод и средними размывами берегов), был определен коэффициент ранговой корреляции, который составил 0,93. В данном случае доказана очень тесная зависимость этих двух показателей.

На реке Большой Кокшага размывы берегов отслеживаются пока только на одной излучине (№ 1), определяющейся как сегментная крутая (ее степень развитости равна 1,7). Общий средний размыв береговой линии излучины Большой Кокшаги составил 0,43 м/год (рис. 5). Наибольшие размывы берегов Большой Кокшаги отмечаются в те же многоводные годы, которые фиксировались и на Керженце. На рисунке 6 при сопоставлении графиков средних уровней размыва берегов заметно сходство в проявлении эрозии берегов по годам.

Однако столь тесной корреляции между уровнями в половодье и размывами берегов, как на Керженце, на Большой Кокшаге не проявляется – размыв берега излучины на этой реке действительно возрастал в те же годы, что и на р. Керженце, но если в последнем случае средние размывы берегов в годы с высоким половодьем превышали средние размывы в годы с низкими половодьями в 8 раз, то на реке Большой Кокшаге эта разница составляла лишь 3 раза – коэффициент корреляции между высотой половодья и скоростью размыва берега излучины на р. Большой Кокшаге составляет 0,42. Подобное ослабление эрозионной деятельности рек (в многолетнем разрезе) при внешней схожести гидрологических параметров обеих рек может быть объяснено только большей заболоченностью поймы Большой Кокшаги, что снижало коэффициент стока и удельный руслоформирующий расход воды на Большой Кокшаге.

Тем не менее при сопоставлении показателей этих двух рек по эрозионным процессам в течение всего временного мониторингового периода становится очевидно, что размывы берегов имеют практически параллельное проявление по годам и в сторону повышения эрозии, и в сторону понижения. Общий средний многолетний размыв береговой линии на левых притоках Волги показал близкие значения – 0,6 и 0,4 м/год.

В целом можно сказать, что особенности проявления гидрологических и русловых процессов на левобережных притоках Волги имеют сходный характер, однако отмечаются определенные различия, связанные с особенностями пойменно-руслового комплекса каждой конкретной реки и влиянием этих особенностей на проявление русловых деформаций и формирования пойм на обеих реках р. Керженец.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

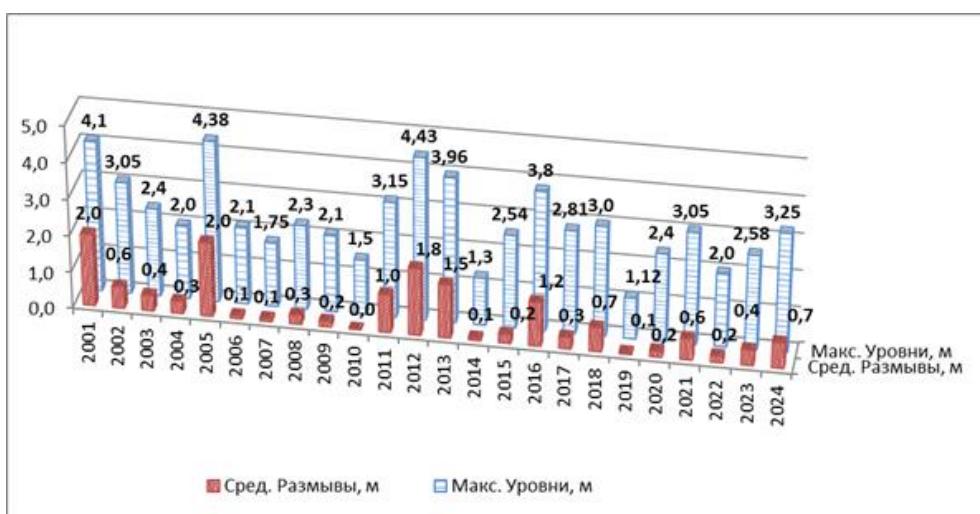


Рис. 4. Максимальные уровни воды и средние размывы берегов р. Керженец
Fig. 4. Maximum water levels (blue column) and average bank washouts (brown column) on the Kerzhenets River

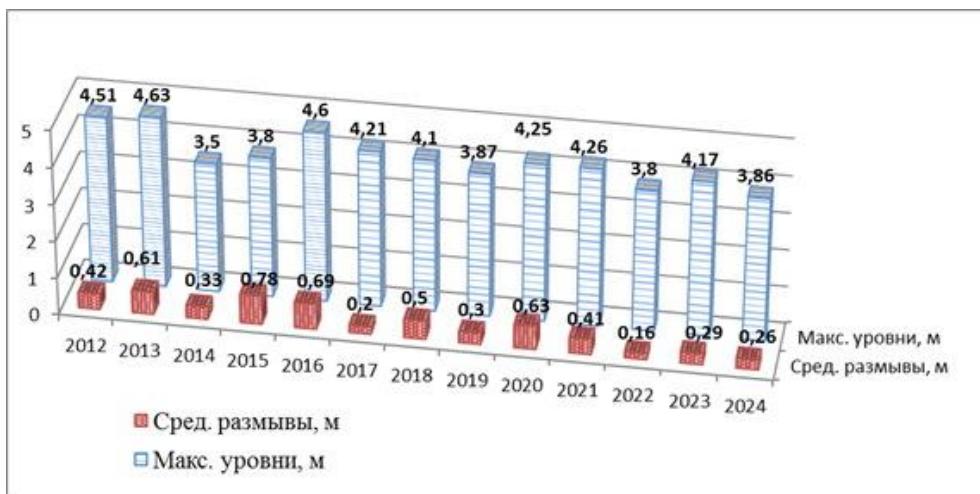


Рис. 5. Максимальные уровни воды и средние размывы берегов р. Большая Кокшага
Fig. 5. Maximum water levels and average bank washouts on the Bolshaya Kokshaga River

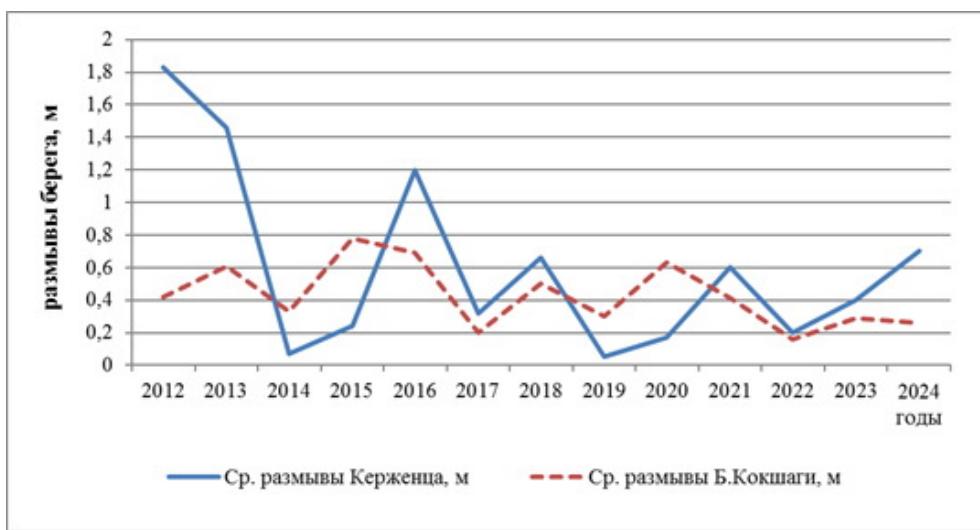


Рис. 6. Совмещенный график средних размывов берегов на реках Керженец и Большая Кокшага
Fig. 6. Combined graph of average bank washouts on the Kerzhenets and Bolshaya Kokshaga rivers

Физическая география, ландшафтovedение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

Выводы

Благодаря мониторинговым наблюдениям и исследованиям в заповедниках «Керженский» и «Большая Кокшага» удалось построить многолетние ряды и провести сравнительный анализ гидрологических, поёмных, аллювиальных и эрозионных процессов левобережных притоков средней Волги. В результате были выявлены некоторые зависимости, общие особенности и отличия на реках Керженец и Большая Кокшага.

1. В целом половодный режим заповедных рек очень сходен. Так, 2005 г. считается для обеих рек самым полноводным годом, совпадают и годы с низкими половодьями. Отмечены незначительные различия в продолжительности подъёма полых вод и значениями максимальных уровней на обеих реках в одни и те же годы.

2. Поёмный режим на Керженце имеет значительные амплитуды уровней воды в половодье, оказывающие влияние на формирование ландшафтов разноуровневых поверхностей поймы с разной длительностью затопления. Напротив, на р. Большая Кокшага отмечается более сглаженный характер затопления и достаточно длительное влияние полых вод. Это объясняется разными морфометрическими и гидрологическими характеристиками бассейнов обеих рек.

3. Аллювиальные отложения на пойме Большой Кокшаги имеют меньшую крупность, и связано это с меньшими уклонами и высокой заболоченностью бассейна этой реки. Наибольшие накопления наилка на обеих реках отмечены в годы с высокими половодьями и прежде всего на участках, прилегающих к руслам рек.

4. Эрозионная деятельность, основанная на показателях размывов береговой линии, напрямую зависит от высоты уровня вод в половодье. На Керженце и Большой Кокшаге за многолетний период наблюдений размывы берегов имеют практически одинаковые значения, равные 0,6 и 0,4 м/год.

5. Мониторинг динамики береговой линии на р. Керженец подтвердил зависимость скорости смещения русла от степени развитости излучины. С увеличением кривизны возрастает показатель размыва берега, причем фронт размыва явно смещается в сторону вершины излучины.

6. Керженец и Большая Кокшага, как и любые другие реки, в силу их физико-географического, климатического, зонального расположения имеют сходства и общие динамические тенденции. Но в то же время многолетний мониторинг помогает распознать конкретные особенности каждой реки и ее проявления через внешние процессы.

7. Этот же вывод подтверждается при анализе русловых деформаций на других малых реках лесной зоны. Чаще всего мониторинговые наблюдения за русловыми деформациями русел рек, расположенных в схожих ландшафтных и гидрологических условиях, подтверждают тесную связь между водностью (высотой) половодий и интенсивностью размывов берегов. Эту же связь подчеркивают и исследования на близкорасположенных реках Удмуртии [17], р. Тарусе [23]. Однако подобная связь между высотой половодья и размывами берегов излучин на реке Шерне (бассейн Клязьмы) является очень слабой [24], хотя размывы на отдельных участках ее берегов (и не обязательно на вогнутых берегах ее излучин) морфологически выражены очень хорошо.

Таким образом, развиваясь в целом по законам гидравлики и русловых процессов на широкопойменных реках в рыхлых пойменных берегах, малые реки могут иметь заметные локальные отклонения от общей схемы развития русел [19], обусловленные местными и далеко не всегда выявленными причинами. Поэтому именно мониторинговые наблюдения и исследования природных процессов на конкретных малых реках должны обеспечивать получение, обработку и анализ необходимых сведений о происходящих в них процессах в естественных условиях. Такой мониторинг дает возможность изучать процессы и явления на реках, выявлять новые взаимосвязи, прогнозировать дальнейшие процессы в них как при сохранении их заповедных режимов, так и при возможном антропогенном вмешательстве в их жизнь.

Библиографический список

1. Баянов Н.Г., Кораблева О.В. Характеристика гидрологического года в Керженском заповеднике: методические подходы // Тр. Государственного природного биосферного заповедника «Керженский». Нижний Новгород: Государственный природный биосферный заповедник «Керженский», 2014.
2. Беркович К.М., Чалов Р.С., Чернов А.В. Экологическое руслование. М.: ГЕОС, 2000. 332 с.
3. Еленевский Р.А. Вопросы изучения и освоения пойм. М.: Изд-во Всес. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, 1936, 100 с.
4. Завадский А.С., Чернов А.В. Деформации русел широкопойменных и врезанных малых рек Центрального района России (результаты мониторинговых наблюдений) Проблемы региональной экологии и географии // Мат-лы международной науч.-практ. конф. 7-10 октября 2019 г. Ижевск, 2019. С. 292–296
5. Исаев А.В. Формирование почвенного и растительного покрова в поймах речных долин Марийского Полесья (на примере территории заповедника «Большая Кокшага»). Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. 240 с.
6. Исаев А.В., Толстухин А.И. Гидрологический режим Большая Кокшага // Научные труды заповедника «Большая Кокшага». Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2013. Вып. 6. С. 10–21.
7. Исаев А.В., Шарафутдинов Р.Н., Гареев Б.И. Эколо-геохимическая характеристика аллювиальных отложений в средней части реки Большая Кокшага и их роль в формировании почвенного покрова // Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2020. Вып. 9. С. 8–29
8. Исаченко А.Г. Ландшафтovedение и физико-географическое районирование. М.: Высш. Шк., 1991. 366 с.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

9. Кораблева О.В. Научные исследования русловых процессов р. Керженец в государственном природном биосферном заповеднике «Керженский»// Научные труды Государственного природного заповедника «Присурский». Часть 1. Чебоксары, 2006. С. 61–69.
10. Кораблева О.В. Морфология долины и деформации русла р. Керженец (Нижегородское Заволжье) // Геоморфология. 2010. № 2. С. 69–78.
11. Кораблева О.В. Пойменно-русловые комплексы и многолетние ряды мониторинга русловых и пойменных процессов реки Керженец. // Самарская лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, №3. С. 98–105.
12. Кораблева О.В. Динамические состояния природных комплексов на молодой пойме заповедного Керженца // Актуальные проблемы особо охраняемых природных территорий – 5: Труды Всероссийской научной конференции, Тольятти, 14–16 сентября 2023 года. Тольятти: Институт экологии Волжского бассейна РАН, 2023. С. 119–123.
13. Кораблева О.В., Чернов А.В. Опыт мониторинга русловых деформаций на широкопойменных реках (на примере реки Керженец) // География и природные ресурсы. 2008. №2. С. 158–165.
14. Кораблева О.В., Чернов А.В. Динамика пойменно-русловых комплексов рек Нижегородского Заволжья (на примере реки Керженец). Тр. Государственного природного биосферного заповедника «Керженский». Нижний Новгород: Государственный природный биосферный заповедник «Керженский», 2012. Т. 5. 196 с.
15. Кораблева О.В., Чернов А.В. Современная динамика пойменно-русловых комплексов средней реки Керженец (по мониторинговым наблюдениям 2001–2018 гг.) // Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения. Сборник научных трудов Москва: Студия Ф1, 2019. С. 172–177.
16. Кривцов В.А., Водорезов А.В., Воробьев А.Ю., Тобратов С.А. Особенности и результаты проявления экзогенных рельефообразующих процессов в долине р. Оки в ее среднем течении. Рязань, Рязанский гос. Университет им С.А.Есенина. Рязань, 2020, 174 с.
17. Рысин И. И., Григорьев И.И., Петухова Л.Н., Перевоцников А.А. Многолетняя динамика скоростей горизонтальных русловых размывов на реках Удмуртии // Геоморфология и палеогеография, 2024. Том 55. № 1, С. 26–39
18. Хромых В.С. Функционирование и динамика пойменных ландшафтов. Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2008. 128 с.
19. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т.2. Морфодинамика речных русел. М.: изд-во КРАСАНД, 2011. 960 с.
20. Чалов Р.С., Чернов А.В., Беркович К.М., Михайлова Н.М. География опасных проявлений на реках России // Изв. Русского геогр. общ-ва. 2017. Т.149. Вып. 4. С. 13–33.
21. Чернов А.В., Методология и методика географического русловедения // Эрозия почв и русловых процессов. Вып. 15. М.: Издание МГУ. 2005. С. 102–125.
22. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. М.: ООО «Крона», 2009. 684 с.
23. Чернов А.В., Завадский А.С. Меняющееся поведение реки Тарусы, как следствие ее саморазвития // Таруса в исследованиях краеведов. Калуга, изд-во «Фридгельм», 2021. С. 197–205.
24. Чернов А.В., Тарабрина О.А. Современная динамика пойменно-русловых комплексов малых рек Волго-Окского междуречья (на примере реки Шерны) Трешниковские чтения-2025. Ульяновск. Изд. Ульяновский гос. педуниверситет им. И.Н.Ульянова. 2025. С. 187–190.

References

1. Bayanov N.G., Korableva O.V. Kharakteristika gidrologicheskogo goda v Kerzhenskom zapovednike: metodicheskie podkhody // Tr. Gosudarstvennogo prirodno-biosfernogo zapovednika «Kerzhenskii». –Nizhnii Novgorod: Gosudarstvennyi prirodnyi biosfernyi zapovednik «Kerzhenskii», 2014.
2. Berkovich K.M., Chalov R.S., Chernov A.V. Ekologicheskoe ruslovedenie. M.: GEOS, 2000. 332 s.
3. Elenevskii R.A. Voprosy izucheniya i osvoeniya poim. M.: Izd-vo Vses. akad. s.-kh. nauk im. V. I. Lenina, 1936, 100 s.
4. Zavadskii A.S., Chernov A.V. Deformatsii rusei shirokopoimennykh i vrezannyykh malykh rek Tsentralnogo raiona Rossii (rezulaty monitoringovykh nablyudenii) Problemy regionalnoi ekologii i geografii // Mat-ly mezhdunarodnoi nauch.-prakt. konf.7-10 oktyabrya 2019 g. Izhevsk, 2019. S. 292–296
5. Isaev A.V. Formirovaniye pochvennogo i rastitel'nogo pokrova v poimakh rechnykh dolin Mariiskogo Polesya (na primere territorii zapovednika «Bolshaya Kokshaga»). – Ioshkar-Ola: Mariiskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2008. – 240 s.
6. Isaev A.V., Tolstukhin A.I. Gidrologicheskii rezhim Bolshaya Kokshaga // Nauchnye trudy zapovednika «Bolshaya Kokshaga». – Ioshkar-Ola: Povelzhskii gosudarstvennyi tekhnologicheskii universitet, 2013. Vyp. 6. – S. 10–21.
7. Isaev A.V., Sharafutdinov R.N., Gareev B.I. Ekologo-geokhimicheskaya kharakteristika allyuvialnykh otlozhenii v srednei chasti reki Bolshaya Kokshaga i ikh rol v formirovaniyi pochvennogo pokrova // Nauchnye trudy Gosudarstvennogo prirodno-biosfernogo zapovednika «Bolshaya Kokshaga». – Ioshkar-Ola: Povelzhskii gosudarstvennyi tekhnologicheskii universitet, 2020. Vyp. 9. – S. 8–29
8. Isachenko A.G. Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe raionirovanie. – M.: Vyssh. Shk., 1991. – 366 s.
9. Korableva O.V. Nauchnye issledovaniya rusev protsessov r. Kerzhenets v gosudarstvennom prirodnom biosfernem zapovednike «Kerzhenskii»// Nauchnye trudy Gosudarstvennogo prirodno-biosfernogo zapovednika «Prisurskii». Chast 1. Cheboksary, 2006. – s. 61–69.
10. Korableva O.V. Morfologiya doliny i deformatsii rusela r. Kerzhenets (Nizhegorodskoe Zavolzhe) // Geomorfologiya. 2010. № 2. S. 69–78.

Физическая география, ландшафтovedение и геоморфология
Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

11. Korableva O.V. Poimenno-ruslovye kompleksy i mnogoletnie ryady monitoringa ruslovych i poimennych protsessov reki Kerzhenets. // Samarskaya luka: problemy regionalnoi i globalnoi ekologii. 2017. T. 26, №3. S. 98-105.
12. Korableva O.V. Dinamicheskie sostoyaniya prirodnnykh kompleksov na molodoi poime zapovednogo Kerzhentsa // Aktualnye problemy osobo okhranyaemykh prirodnnykh territorii - 5: Trudy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii, Tolyatti, 14–16 sentyabrya 2023 goda. – Tolyatti: Institut ekologii Volzhskogo basseina RAN, 2023. – S. 119-123.
13. Korableva O.V., Chernov A.V. Opyt monitoringa ruslovych deformatsii na shirokopoiemnykh rekakh (na primere reki Kerzhenets) // Geografiya i prirodnye resursy. 2008. №2. S. 158-165.
14. Korableva O.V., Chernov A.V. Dinamika poimenno-ruslovych kompleksov rek Nizhegorodskogo Zavolzhya (na primere reki Kerzhenets). Tr. Gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika «Kerzhenskii». – Nizhnii Novgorod: Gosudarstvennyi prirodnii biosfernyi zapovednik «Kerzhenskii», 2012. T. 5. – 196 s.
15. Korableva O.V., Chernov A.V. Sovremennaya dinamika poimenno-ruslovych kompleksov srednei reki Kerzhenets (po monitoringovym nablyudeniyam 2001-2018 gg.) // Nauchnye problemy ozdorovleniya rossiiskikh rek i puti ikh resheniya. Sbornik nauchnykh trudov – Moskva: Studiya F1, 2019. – S. 172-177.
16. Krivtsov V.A., Vodorezov A.V., Vorobev A.Yu., Tobratov S.A. Osobennosti i rezul'taty proyavleniya ekzogennykh relle-foobrazuyushchikh protsessov v doline r. Oki v ee sredнем techenii. Ryazan, Ryazanskii gos. Universitet im S.A.Esenina. Ryazan, 2020, 174 s.
17. Rysin I. I., Grigorev I.I., Petukhova L.N., Perevoshchikov A.A. Mnogoletnaya dinamika skorostei gorizontalnykh ruslovych razmyrov na rekakh Udmurtii // Geomorfologiya i paleogeografiya, 2024. Tom 55. № 1, s. 26—39
18. Khromykh V.S. Funktsionirovaniye i dinamika poimennych landshaftov. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo gos. un-ta, 2008. – 128 s.
19. Chalov R.S. Ruslovedenie: teoriya, geografiya, praktika. T.2. Morfodinamika rechnykh rusel. M.: izd-vo KRASAND, 2011. 960 s.
20. Chalov R.S., Chernov A.V., Berkovich K.M., Mikhailova N.M. Geografiya opasnykh proyavlenii na rekakh Rossii // Izv. Russkogo geogr. obshch-va. 2017. T.149. vyp. 4. S. 13-33.
21. Chernov A.V., Metodologiya i metodika geograficheskogo ruslovedeniya // Eroziya pochv i ruslovych protsessov. Vyp. 15. M.: Izdanie MGU. 2005. S. 102-125.
- 22 Chernov A.V. Geografiya i geoekologicheskoe sostoyanie rusel i poim rek Severnoi Evrazii. – M.: OOO «Krona», 2009. – 684 s.
23. Chernov A.V., Zavadskii A.S. Menyayushchesya povedenie reki Tarusy, kak sledstvie ee samorazvitiya // Tarusa v issledovaniyah kraevedov. Kaluga, izd-vo «Fridgelm», 2021. S. 197-205.
24. Chernov A.V., Tarabrina O.A. Sovremennaya dinamika poimenno-ruslovych kompleksov malykh rek Volgo-Okskogo mezhdurechya (na primere reki Sherny) Treshnikovskie chteniya-2025. Ulyanovsk. Izd. Ulyanovskii gos. peduniversitet im. I.N.Ulyanova. 2025. S. 187-190

Статья поступила в редакцию: 18.12.24, одобрена после рецензирования: 08.04.25, принятa к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 18 December 2024; approved after review: 8 April 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Ольга Владимировна Кораблева

кандидат географических наук, старший научный сотрудник ФГБУ «Объединенная дирекция государственного заповедника «Керженский» и национального парка «Нижегородское Поволжье» имени В.А. Лебедева»;

603001, г. Нижний Новгород, ул. Рождественская, д. 23

e-mail: o-korabileva@mail.ru

Алексей Владимирович Чернов

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова;
 117234, Россия, г. Москва, Ленинские Горы, д. 1
 профессор кафедры физической географии и геоэкологии Московского педагогического государственного университета;
 119571, Россия, Москва, проспект Вернадского, 88

e-mail: alexey.chernov@inbox.ru

Information about the authors

Olga V. Korableva

Candidate of Geographical Sciences, Senior Researcher, Joint Directorate of the Kerzhensky State Nature Reserve and the Nizhegorodskoye Povolzhye National Park named after V.A. Lebedev;

23, Rozhdestvenskaya st., Nizhny Novgorod, 603001, Russia

Alexey V. Chernov

Doctor of Geographical Sciences, Leading Researcher, Lomonosov Moscow State University;
 1, Leninskie gory, Moscow, 117234, Russia

Professor, Department of Physical Geography and Geoecology, Moscow Pedagogical State University
 88, Vernadsky Avenue, Moscow, 119571, Russia

Физическая география, ландшафтovedение и геоморфология

Кораблева О.В., Чернов А.В., Исаев А.В.

Александр Викторович Исаев

кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе Государственного природного заповедника «Большая Кокшага»; 424038, Россия, г. Йошкар-Ола, ул Войнов-Интернационалистов, д. 26.

Alexander V. Isaev

Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director for Science, Bolshaya Kokshaga State Nature Biospheric Reserve; 26, Voinov-Internatsionalistov st., Yoshkar-Ola, 424038, Russia

e-mail: avsacha@yandex.ru

Вклад авторов:

Кораблева О.В. – идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи, работа с ГИС.

Чернов А.В. – идея, обработка материала, научное редактирование текста, редактирование карт.

Исаев А.В. – сбор материала, создание карт на реку Большую Кокшагу.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**Contribution of the authors**

Olga V. Korableva – the idea of the paper; data processing; writing of the text; GIS data processing.

Alexey V. Chernov – the idea of the paper; data processing; scientific editing of the text; correction of the maps.

Alexander V. Isaev – data collection; creation of the Bolshaya Kokshaga River maps.

The authors declare no conflict of interest.

Экономическая, социальная и политическая география
Дружинин А.Г.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ И ПОЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Научная статья

УДК 911.3: 355

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-20-30

EDN: XYTYNR



О «ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОПРЕДЕЛЕННОСТИ» ГЕОГРАФИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Александр Георгиевич Дружинин

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Институт географии РАН, г. Москва, Россия,

alexdr9@mail.ru, Scopus Author ID: 7005628550

Аннотация. Утверждающийся geopolитический и геоэкономический полицентризм мицоустройства предполагает укоренение идеи о практической множественности моделей миропонимания, включая соответствующие географические представления. Цель статьи состоит в обосновании «территориальной определенности» географического мышления, рассматриваемой в двуединстве: 1) дифференциации природно- и общественно-географических условий и форматов его культтивирования; 2) множественности позиционно, политико-экономически и социокультурно обусловленных цивилизационных, государственных, этнотерриториальных, региональных и локальных представлений о пространственной организации общества в его взаимодействии с окружающей средой. Раскрыты сущностные тренды эволюции географического мышления (оикуменизация и детализация, сцентизация и гуманитаризация), изложены (с опорой на анализ обширного научного дискурса) его современные базовые компоненты. Показано, что «территориальная определенность» географического мышления выступает результирующей его территориальной детерминированности (в том числе неравномерности интеллектуальной, научно-исследовательской активности непосредственно сфере географических дисциплин) и стратифицированности (включая познание географических структур и процессов в рамках конкретных территориально-социальных общностей, их традиции, в их интересах). Акцентированы основные доминанты «территориальной определенности» географического мышления в современной России («природосмещенност», пролонгированная вестернизированность, административно-территориальная сфокусированность, москоцентризм и др.). Обоснованы концептуальные рамки формирования россиеориентированной географической картины мира, предполагающего, в частности, дальнейшее культтивирование и тиражирование в отечественной географии (приоритетно – в ее обществоведческой «ветви») феноменологических, гуманитарных, геокультурных и геософских подходов.

Ключевые слова: географическое мышление, пространственные закономерности, региональные особенности, национальная определенность, общественная география, геософия, Россия

Финансирование. Исследование выполнено в Институте географии РАН по теме ГЗ № FMWS-2024-0008 «Социально-экономическое пространство России в условиях глобальных трансформаций: внутренние и внешние вызовы».

Для цитирования: Дружинин А.Г. О «территориальной определенности» географического мышления // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 20–30. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-20-30. EDN: XYTYNR

ECONOMIC, SOCIAL AND POLITICAL GEOGRAPHY

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-20-30

EDN: XYTYNR

ON ‘TERRITORIAL CERTAINTY’ OF GEOGRAPHICAL THINKING

Alexander G. Druzhinin

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Institute of Geography of the RAS, Moscow, Russia

alexdr9@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1642-6335>, Scopus Author ID: 7005628550

Abstract. The growing geopolitical and geoeconomic polycentrism of the world order presupposes the rooting of the idea of practical multiplicity of worldview models, including the corresponding geographical representations. The purpose of the article is to substantiate the ‘territorial certainty’ of geographical thinking, considered in duality:



© 2025 Дружинин А. Г. Лицензировано CC BY 4.0. Чтобы ознакомиться с условиями этой лицензии, посетите сайт <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Экономическая, социальная и политическая география
Дружинин А.Г.

1) differentiation of natural and socio-geographical conditions and formats of cultivation of geographical thinking; 2) the multiplicity of positionally, politically, economically, and socioculturally determined civilizational, state, ethnoterritorial, regional, and local representations of the spatial organization of society in its interaction with the environment. The article discusses essential trends in the evolution of geographical thinking (ecumenization and detailing, scientization and humanitarization), identifies (based on an analysis of extensive scientific discourse) its modern basic components. It is shown that the ‘territorial certainty’ of geographical thinking is the result of its territorial determinism (including the unevenness of intellectual, scientific and research activity in the field of geographical disciplines) and stratification (including knowledge of geographical structures and processes within specific territorial and social communities, their traditions, obtained in their interests). The paper highlights the main dominants of the ‘territorial certainty’ of geographical thinking in modern Russia: ‘nature-oriented focus’, prolonged Westernization, administrative-territorial focus, Moscow-centrism, etc.). The conceptual framework for the formation of a Russian-oriented geographical picture of the world is substantiated, which presupposes, in particular, further cultivation and replication of phenomenological, societal, geocultural, and geosophical approaches in Russian geography (primarily in its ‘human geography’)

Keywords: geographical thinking, spatial patterns, regional peculiarities, national certainty, human geography, geopolitics, Russia

Funding: the research was carried out at the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences on the topic of state assignment No. FMWS-2024-0008 ‘Socioeconomic space of Russia in the context of global transformations: internal and external challenges’.

For citation: Druzhinin, A.G. (2025). On ‘territorial certainty’ of geographical thinking. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 20–30. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-20-30. EDN: XYTYNR

Введение

Вопрос *географического мышления* (далее – ГМ), его культивирования, осмыслиения, действенного применения, тиражирования, развития – сердцевинный, экзистенциальный для географической науки, включая и ее обществоведческую составляющую. Именно так, «стержневой тематикой», виделось ГМ, в частности, Баранскому Н.Н., еще в 1938 г. отмечавшему, что «географически мыслит тот, кто в достаточной мере привык обращать внимание на различия от места к месту не только по природным условиям, но и по историческим судьбам» [6, с. 123].

В качестве приоритетной, методологически значимой для географической науки проблематика ГМ сфокусировано рассматривалась в трудах Кедрова Б.М. (акцентировавшего внимание на наличии особого способа познания – «географического метода» [33]), Алаева Э.Б. (в качестве признаков ГМ определявшего территориальность, комплексность, конкретность и обосновывавшего особую «геопространственную парадигму» [2]) и Костинского Г.Д. (продвигавшего идею «пространственности» как «особого типа упорядоченности мира» [35, с. 31]). Сущностным аспектам ГМ самостоятельное внимание уделяли Максаковский В.П., Трофимов А.М., Шарыгин М.Д., Чистобаев А.И., Столбов В.А., а также (делая акцент на критериях «географичности» исследований) Файбусович Э.Л. [66] и Тютюнник Ю.Г. (стремившийся философски осмыслить сам феномен географии) [64]. Значимые для конституирования ГМ попытки сформулировать общие «географические закономерности» предпринимались Родоманом Б.Б. и Ткаченко А.А.

Укоренение в отечественной постсоветской общественной географии идей и методологических установок постmodерна (в целом относительно робкое [8], подчас на периферийных, полумаргинальных основаниях) придало тематике ГМ новый, дополнительный импульс в рамках попыток (в русле гуманитаризации науки) сфокусированного исследования образов российского пространства (геополитических, политико-географических, геокультурных и др.) [26, 28], применения инструментария «критической геополитики» [34], разработки представления о геоконцептах [32], о нацеленной на анализ ментальности «этологической» [44] географии. И эти, казалось бы, сугубо частные, внутринаучные новации оказались весьма симптоматичными,озвучными глобальному тренду конца XX – начала XXI столетий, когда само мышление (понимаемое как «действие ума, разума, рассудка, представление чего в уме» [48], «процесс отражения объективной действительности в представлениях, суждениях, понятиях» [49], а также «процессуальность функционирования сознания» [50]) и явно, и в еще большей мере опосредованно стало ощутимым фактором геополитического и геоэкономического успеха, драйвером социально-экономической и научно-технологической динамики, обретая тем самым все четче различимые географически стратифицированные черты.

Разворачивающаяся на наших глазах очередная кардинальная коррекция миропорядка предполагает соответствующую трансформацию мировосприятия, в том числе в русле осознания такого имманентного свойства ГМ как его «*территориальная определенность*». Обоснование и концептуализация «территориальной определенности» ГМ (с акцентом на российские реалии, на отечественный научный дискурс) является целью данной статьи.

Экономическая, социальная и политическая география
Дружинин А.Г.

Географическое мышление: сущностные тренды и базовые константы

«Стараясь уразуметь мир, полагал культуролог и этнолог Клод Леви-Строс, ум действует способами, по виду не отличающимися от тех, что разворачивались в мире с начала времен» [41, с. 353]. И действительно, элементы «географичности» присущи человеческому мышлению на всех исторических этапах [3]; само же ГМ, подвергаясь все большей рефлексии (в том числе с определенного временного рубежа и саморефлексии в рамках собственно научного дискурса), перманентно видоизменялось, развиваясь в общем тренде эволюции общества в его сопряженности и взаимообусловленности с окружающей природной средой.

ГМ изначально оформилось, прежде всего, как осмысление некой местности (доступной восприятию) и положения в ней «наблюдателя» [42]. Совершенно справедливо в этой связи подмечается, что именно локализация лежит в основе географического миропонимания [64], а базовой его «ячейкой» выступает *место*, логичным образом трактуемое (например, Семёновым-Тян-Шанским В.П. [54]) в качестве основополагающего предмета географии.

Характерно, что места, местности в рамках ГМ не только идентифицируются и делимитируются, но и наделяются смыслами и именами. Именно обособляя феномен места (явственное всего воплощающего восходящую к гештальтпсихологии целостность пространственного мышления [14]), человек воспринимает и переживает последнее «как свое, очень близкое, соответствующее своему масштабу, поскольку оно охватывается взором, контролируемо, это его «дом», его мир. Место определяется экзистенциально, а не метрически» [35, с. 36]. Феномен «места» объединяет его различаемый образ, картину, понятие, понимание, являясь, следовательно, в структуре ГМ «первичным» и основным. В этой связи, кстати, достаточно характерно и показательно, что одним из отправных, базовых в классическом евразийстве (системе в том числе географических представлений), оформившемся столетие назад в качестве особого видения России и ее места в мире [24], оказался именно вербальный конструкт «месторазвитие».

Трендовое для социально-экономической и геополитической истории нарастающее «уплотнение» мест при их усиливающемся взаимодействии сопровождалось: 1) все большим осознанием их множественности; 2) активизацией усилий по их обособлению; 3) расширяющимися возможностями и потребностями в их сопоставлениях; 4) пространственным «расползанием» мест, инициирующим идентификацию «мест внутри мест». Формирование и расширение Ойкумены (земной поверхности заселенной, вовлеченней в хозяйственный оборот, рефлексируемой сознанием) влекло за собой и фактическую *ойкуменизацию* ГМ, его прогрессирующую детализацию и компаративизацию, породивших в том числе представления о предопределенности и существенности учета различий «от места к месту» и поныне сохраняющих свое фундаментальное гносеологическое значение.

В фокусе ГМ (со второй половины XIX в. в существенной мере генерируемого и корректируемого соответствующей активно формирующейся системой научного знания, т.е. испытывающего *сцентизацию*, а следовательно, и *универсализацию*) оказалась локализация, ее идентифицируемые «бесконечности» (характерно в этой связи предложенное Бунге В. определение географии как «науки о местоположениях» [10, с. 203]), а также *географическая сопряженность и обусловленность* явлений земной поверхности. Значимость данных компонент в системе ГМ убедительно иллюстрируют взгляды Геттнера А., полагавшего, что предмет географии – «различия от места к месту вместе с пространственной связью рядом находящихся предметов; ни одно явление земной поверхности не должно мыслиться само по себе» [17, с. 119]. Акцент на пространственных различиях, пространственной структурированности (организованности), а также пространственных условиях и факторах «красной нитью» проходит в текстах ведущих представителей отечественной географии [29, 51, 68]; присущ он и зарубежной науке XX – начала XXI столетий (еще более инвариантной и изменчивой в своих когнитивных установках и предметных приоритетах), что полноформатно показал первоначально Саушкин Ю.Г. [52], а впоследствии столь же детализированно и Смирнягин Л.В. [56].

Осмысливая свой расширяющийся и одновременно испытывающий ускоренную дифференциацию предмет, география обретала «всеохватность» и в качестве своего краеугольного камня [47] принимала «игру масштабами». Утверждающаяся (наиболее динамично – с эпохи Великих географических открытий) в ГМ глобальность «соединяется с региональными и локальными уровнями» [62, с. 32], что выводит на авансцену представления о *территории* (некой целостности, вмещающей регионы-районы в качестве своих обособленных составляющих [35]) и *пространстве* (понимаемом преимущественно как «порядок взаиморасположения» [35], которые рассматриваются в качестве одних из наиболее важных понятий географии [56]).

В этой же когнитивной логике приоритетное внимание фиксируется на пространственных взаимоотношениях [54], районаобразовании, разнообразии, разномасштабности, иерархической соподчиненности [53], территориальной обусловленности и выраженности [61]. Культивируемая в рамках ГМ совокупность образов и «картин» (подпитываемых и развиваемых картографированием, так как еще столетие назад верно подмечено, что «хороший географ научается картографически мыслить» [54, с. 221]) дополняется системой понятий, категорий, учений и теорий (применительно к отечественной исследовательской традиции наиболее полно, как видится, проинвентаризированных Максаковским В.П. [46]). Значимое место в их ряду занимают инструментарий выявления центро-периферийных зависимостей, полимасштабный анализ (наиболее полно раскрытый в [60]), а также

Экономическая, социальная и политическая география
Дружинин А.Г.

понимание некой позиционной редукции (объяснения физических и функциональных свойств вещей через пространственное положение [51]).

Вмешая все новые и новые исследовательские инструменты, подходы и алгоритмы, ГМ обретает сложность, многомерность, демонстрируя черты относительно самостоятельного и целостного культурного феномена, в свою очередь неизбежным образом инкорпорируемого в пространство, зависимого от его детерминант, организаций. Это порождает существенные для общества эффекты одномоментной *гуманитаризации* ГМ и его *географизации*, требующие своего понимания и учета.

Ключевые факторы и аспекты «территориализации» географического мышления

Будучи ориентированным на отражение, осмысление и конструирование пространственных структур, отношений и процессов, феномен ГМ неизбежно испытывает не только их прямое, но и в еще большей мере опосредованное воздействие, предопределяющее некую «*территориализацию*»¹ *географического мышления*, обретающего таким образом свою *цивилизационную, государственную (страновую, национальную), этнотERRиториальную и региональную (местную) определенность*.

Понимание (и признание) обусловленности культивируемых человечеством идеей конкретными географическими обстоятельствами имеет пролонгированную, восходящую еще к Аристотелю [4] ретроспективу (хорошо просматриваемую в том числе в трудах Гегеля Г. [16] и Энгельса Ф. [71]) и многочисленных, выходящих за предметные рамки собственно современной *геософии* (подробнее об этом направлении см. [13, 59]) приверженцев, апеллирующих к «географии ума» [21, с. 124], к связи размышлений с «локализацией ее носителей» [11, с. 151], неизбежности «*опространствления*» [67] любого рода метафизических систем и онтологических моделей.

Схожей установки придерживаются и некоторые географы, регионоведы, обращая внимание как на формируемый конкретными территориально-локализованными культурами и государствами «заказ» на те или иные географические образы [27], на присущее региональным группам самостоятельное видение мира [72], так и на имеющее место влияние на научные идеи и исследовательские приоритеты конкретных социальных условий (что еще полвека назад подчеркивалось рядом ведущих представителей англо-американской географии [73]). Как констатирует Валлерстайн И., «мы не можем более притворяться, что ученые могут быть нейтральны, отделены от социальной реальности» [12, с. 330].

При этом в ГМ «территориализуемо» далеко не все, хотя и многое, что, в свою очередь, предопределяется совокупностью как эндогенных (присущих собственно ГМ), так и внешних обстоятельств. Так, в частности, *наиболее существенный «социальный запрос» на ГМ* (и возможность его развития, тиражирования) *обеспечивается крупнейшими, самыми сильными и активными государствами*, а также любого рода встроенными в их структуры «ядерными компонентами» социально-экономических и geopolитических центро-периферийных систем, сформировавших обширный (и, соответственно, вариативный по географическим характеристикам) ареал своего доминирования либо нацеленных на его формирование. Неслучайно первые научные географические общества возникли именно в юрисдикции ведущих и наиболее geopolитически активных европейских (мировых) держав XIX в.: Франции (1821 г.), Германии / Пруссии (1828 г.), Великобритании (1830 г.), России (1845 г.). Для развития ГМ, локализации генерирующих его центров существенна и акцентированная Вернадским В.И. (многократно проиллюстрированная далее Гумилевым Л.Н., обозначенная последним категорией «*пассионарности*») ситуация, когда «скопляются... в одной или многих странах богато одаренные личности, те, умы которых создают силу, меняющую биосферу» [15, с. 233].

«*Территориализация*» ГМ как *итог пространственной дифференциации общества, неравномерности (концентрации и поляризации) интеллектуальной, научно-исследовательской активности, в том числе в сфере географических дисциплин*, сочетается с логической *соотнесенностью приоритетов и структур ГМ с конкретной территорией* (страной, регионом), с ее физико- и общественно-географическими особенностями и характеристиками (в процессе спонтанной либо целенаправленной их рефлексии, отражения в сознании соответствующей территории-социальной общности). Неслучайно в этой связи именно в нашей стране зародилось учение о природной зональности, равно как и в соответствующем советском политико-экономическом контексте возникли представления о территориально-производственном комплексообразовании. В этом отношении весьма показателен вывод Родомана Б.Б., осмыслившего ареал генерирования (и корректной применимости) собственных идей: «*моя теоретическая география в сильнейшей степени отражает только Центральную Россию и Подмосковье*» [51, с. 476–477].

Подобного рода ситуации *территориальной детерминированности* (обусловленности) ГМ дополняются присущим ГМ проявлением его *территориальной структурированности*. Здесь имеется в виду прежде всего преимущественная процессуальная и институциональная *ориентация ГМ на «свою местность»* (город, регион, ареал локализации этноса, страны), также обособляемую и осмысливаемую в рамках принципа «*территориальной определенности*». Как полагал Барабанский Н.Н.: «*географы должны специализироваться по территории*» [7, с.

¹ Именно «*территориализацию*», учитывая, что охватываемые ГМ океанические и морские акватории по-прежнему остаются крайне слабо приспособленными для селитебного освоения и соответствующей локализации обеспечивающих культивирование, тиражирование и развитие ГМ социальных структур.

Экономическая, социальная и политическая география
Дружинин А.Г.

38]. Иной значимый аспект мышления в рамках *территориальных структур (территориально-социальных общностей)* – обусловленность ГМ (соответствующих образов, форматов, категорий) той или иной конкретной лингвистической системой (влияние языка на восприятие отмечал, в частности, Харви Д. [65]).

Цивилизационная, национальная и региональная «определенность» возникает и в связи с собственно использованием тех или иных образов-геоконцептов в качестве структурирующей основы ГМ (когда, по выражению Замятиной Д.Н. [26], географическое знание словно «географизирует» само себя). Таковыми выступают множественные, взаимно налагающиеся сетки районирования, подчас конфликтные представления об «исконных территориях», о сфере geopolитических интересов (с соответствующими картографическими проекциями и топонимикой), а также о разномасштабных «столицах» и их иерархии. Имеют место государственно и этнически «окрашенные» стереотипы и мифологемы ГМ, когда территории, мыслимые как «свои», становятся к тому же некими национальными символами, например Косово для Сербии, Крым для России и др. (прав В.Б. Бочарников, полагая, что «конструирование окрашивается тем, что представляется наиболее важным» [9, с. 106]).

Характерно, что наиболее выражена территориальная определенность ГМ в geopolитике, политической географии, культурно-географических исследованиях и в целом в сфере обществознания. «Следует помнить, отмечал Джонстон Р.Дж. в своем научноведческом трактате «География и географы», что и конкретная узкая общность [научной дисциплины – А.Д.], и общество в целом давлением своих традиций побуждают каждого из своих членов поступать некоторым, но вполне определенным образом» [22, с. 18–19]. Акцентируя данное обстоятельство, сложно обойти вниманием мнение Вернадского В.И., констатировавшего «разделение человечества на государственные сообщества разной морали» [15, с. 42] и при этом полагавшего, что «как религий, так и философий, поэтических и художественных выражений, здравых смыслов, традиций, этических норм очень много, может быть в пределе столько же, учитывая оттенки, сколько и отдельных личностей, а беря общее – сколько их типов. Но наука одна и едина» [15, с. 95].

Но «наука» по Вернадскому В.И. и в соответствии с превалирующим пониманием столетней давности – это прежде всего естествознание. Совокупность же гуманитарных подходов и предметов «естествоиспытатели» в ту эпоху от науки дистанцировали и воспринимали как «философию». И когда постулируется невозможность обособления, к примеру, «советской» науки [36, с. 6], это, скорее, полемическая максимума, справедливая лишь отчасти, в том числе применительно к ГМ, к географии. Последняя же, являясь системой знаний, по самой своей сущности *двуединна* («наука и ненаука» [19]), поскольку объединяет строгие когнитивные схемы и алгоритмы (стремящиеся к унификации и интернационализации) и специфические геоэкономические, geopolитические, геокультурно обусловленные подходы и установки, своего рода *геоидеологию* (категорию, как видится, раскрывающую суть данного явления, используемую в российском дискурсе все чаще и осмысленнее [25, 43]). Они проецируются, кстати, в том числе на предметную сферу физической географии, что достаточно убедительно иллюстрирует современная «климатическая повестка» (ее митигационная составляющая), тиражируемая государствами коллективного Запада, частью их интеллектуальных элит и зачастую (как подчеркивается [70]) игнорирующая природно-географические реалии. Как верно сказано: «география относится к числу наук, активно реагирующих не только на колебания хозяйственных запросов, но и идеологии как в глобальном, так и в региональном масштабе» [20, с. 18]. Любой рода географические идеи в данном контексте вмещают в себя некую «научную составляющую» (верифицированные взгляды и умозаключения), идеи псевдонаучные (ошибочные и просто лжен научные) и геоидеологемы, представляющие собой конструктивистский микс научных и квазинаучных (наукоподобных) идей, взглядов, представлений. Геоидеологемы (составляющие, компоненты геоидеологии) при этом формируются (конструируются), как правило, на основе научных географических идей и сами, в свою очередь, влияют (напрямую и опосредованно) на географическую мысль, ее страновые и региональные особенности эволюции.

Географическое мышление в современной России: полиаспектность «территориальной определенности» и её доминанты

Характерное для современной России (с неизменно присущими ей «специфическими чертами именно российской географии» [20, с. 6]) ГМ многоаспектно, противоречиво, по ряду аспектов дихотомично и подвержено достаточно ощутимым текущим метаморфозам.

Его «национальную определенность» в наибольшей мере воплощает особым образом высвечиваемый *образ огромной страны* (самой обширной на планете), ее протяженности, внутреннего природно-хозяйственного и социально-культурного разнообразия, наличия колossalных незаселенных пространств. Впрочем, эти же обстоятельства подчас воспринимаются и как проблема («... и дороги»), и как вызов («борьба с пространством» [18, с. 10]), и как барьер развития.

В целом слабая заселенность и хозяйственная освоенность территории страны (на данный момент шестикратно уступающей среднемировому показателю по плотности населения) породили в российском ГМ безусловный *природоведческий крен*, особо заметный как в текущих приоритетах Русского географического общества, так и в целом в научно-исследовательской сфере благодаря «диспропорции между естественно-историческим и общественным направлением в географии» [36, с. 7]. Подобная природоориентированность противоречиво сочетается с доминирующей в структурировании нашего национального ГМ ролью государства и его административно-территориальной «нарезки», «вертикали», порождающих «дискретно-иерархическое представление» [51,

Экономическая, социальная и политическая география
Дружинин А.Г.

с. 471], продуцирующих «видение плоскостное, одномерное» [1, с. 393], способствующих генерированию совокупности образов российского пространства в строгой увязке с общегосударственным центром, основными опорными базами развития страны, ее фронтирами и внешними рубежами.

Иная сопутствующая «определенность» ГМ связана с присущей России чрезвычайной общественно-географической значимостью «архипелага» крупнейших городов и их агломераций, ситуацией централизованности, фактическойmonoцентричностью пространства [30, 31], выводящей на авансцену феномены местоположения, размера, статуса, расстояния, близости-доступности и т.п. Современное ГМ воплощает также обусловленное урбанизацией и пролонгированными многовекторными миграциями «размывание» региональных идентичностей [39], детериорацию «местного типа» [57], социокультурной укорененности [58] (породивших симптоматичный, но в этнодемографических и geopolитических реалиях XXI в. все более неоднозначный в плане его признания тезис об «аспциальности» русской культуры [55]). Пролонгированная державность страны и ее более чем трехвековая вестернизированность (европейский вектор развития) обусловили одновременную *континентальность и глобальность ориентиров и образов*, особую значимость в их ряду неких «больших пространств», представления о которых («Евразии», «Европе», наконец самой России, ее макрорегионах, включая Сибирь, Урал и др.) тем не менее являются черты незавершенности, неустойчивости и конъюнктурности.

ГМ современной России по многим аспектам (включая и научно-образовательную составляющую) *москоцентрично*, но оно же зеркальным образом *периферийно*, ориентировано (образно и инструментально) на разномасштабные экзогенные центры, на различные форматы территориального «освоенчества» (чаще «вширь», чем «вглубь» [59]), причем, в отличие от советского периода, в приоритетном порядке – отнюдь не приарктических и сибирских пространств страны. На этом фоне имеет место фактическое игнорирование собственно пространственной специфики («ни в одной стране [как Россия – А.Д.], подмечают Котляков В.М. и Тишков А.А., нет такого нигилистического отношения к территории» [38, с. 15]), когда зачастую в обществознании и системе управления пространственные структуры (при всех их внутренних различиях) низводятся до «точки», единицы обобщенной информации (подтверждая тезис Леви-Страсса К.: «познание целого препятствует познанию частей» [41, с. 132]).

Актуальные geopolитические процессы и разворачивающееся в их русле (в том числе с опорой на интеллектуально-идеологическое наследие евразийства) осмысление России в качестве особой цивилизации создает предпосылки для *коррекции* российского ГМ (системы научных доктрин и алгоритмов, а также культивируемых социумом пространственных образов), в том числе в направлении обретения им большей степени *региональной (подчас муниципальной) специфиности* и относительной самостоятельности. В русле «поворота» России на Восток и особенно на Юг, дополняемого этнодемографической динамикой в пределах самой Российской Федерации, более четко в ГМ проявляется и *этническая, конфессиональная оптика*. Симптоматична в этой связи фраза, оброненная моей случайной попутчицей в поезде «Москва – Казань»: «Казань – лучший на свете город, поскольку там есть все, чтобы исповедывать Ислам, включая широкий выбор продуктов Халиль». Имеют место и этнорегиональные особенности в более масштабной и вынесенной за российские рубежи географической картине мира, например выявлена нашим исследованием [23] характерная для ряда северокавказских регионов сопоставимо позитивная (по сравнению с аналогичной выборкой по Ростовской области) оценка социально-экономической привлекательности Турции.

Заключение

В эпохи, характеризуемые любого рода природными и социально-экономическими турбулентностями, метаморфозами условий, форматов и целевых ориентиров человеческого бытия (а именно в такой ситуации пребывают сейчас и Россия, и мир в целом), на географов неизменно «появляется усиленный спрос» [54]. Степень успешности «ответа» общества (его территориально обособленных и организованных по этнокультурным, политико-географическим либо иным принципам составляющих) на возникающие вызовы во многом сопряжена при этом с развитостью ГМ, внятностью и адекватностью (в том числе соотнесенностью с реалиями и интересами конкретных территориальных общностей) конструируемой им географической картины мира. Извечный фундаментальный вопрос «территориальной определенности» ГМ, актуализируясь, является первостепенный прикладной аспект, что предполагает его дальнейшую детализированную проработку в системе географического знания. Применительно же к российской общественной географии (в системе географической науки в силу традиции и действующих институтов парадоксально-необоснованно остающейся на «вторых ролях», а в общепланетарном контексте – также все больше обретающей, к сожалению, черты периферийности) это, в свою очередь, требует дальнейшей гуманитаризации, культивирования феноменологических, геокультурных и геософских подходов, позволяющих осмысливать географическую рефлексию, ведя тем самым интеллектуальную игру «с бесконечно отражающими друг друга зеркалами» [12, с. 288]. Осознавая, что «наука – это не только объект сегодняшней деятельности ученого, сколько определенный механизм, который им управляет» [40, с. 114], важно приучиться видеть не только географические предпосылки появления и тиражирования тех или иных географических представлений и идей, но и в целом «территориальную определенность» структур ГМ, выстраивая в ее логике столь необходимой ныне *российориентированной* географической картине мира.

Экономическая, социальная и политическая география
Дружинин А.Г.

Библиографический список

1. Агафонов Н.Т., Алаев Э.Б., Лавров С.Б., Межсевич М.Н., Хорев Б.С. О современном состоянии и перспективных возможностях экономической и социальной географии // Известия Всесоюзного географического общества. 1988. № 5. С. 393–402.
2. Алаев Э.Б. Географическое мышление и геопространственная парадигма // Известия Всесоюзного географического общества. 1981. № 5. С. 419–422.
3. Алексеев В.П. Историческая антропология и этногенез. М.: Наука, 1989. 449 с. EDN: RURWBR
4. Античные риторики под ред. Тахо-Годи А.А. М.: Издательство Московского университета, 1978. 352 с.
5. Анучин В.А. Географический фактор и развитие общества. М.: Мысль, 1982. 334 с.
6. Баранский Н.Н. Что понимать под выражением «географическое мышление» // География в школе. 1938. № 2. С. 122–127.
7. Баранский Н.Н. Очередные задачи географии // Известия Всесоюзного географического общества. 1956. № 1. С. 36–43
8. Бочарников В.Н. Феномен гештальта в парадигме социально-экономической географии // Астраханский вестник экологического образования. 2012. № 3(21). С. 54–63. EDN: PUQLBB
9. Бочарников В.Н. Географическое мышление, культурная география и дикая природа // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2018. № 3. С. 105–116. DOI: 10.7868/S2587556618030111 EDN: XQLGQX
10. Бунге Б. Теоретическая география. М.: Прогресс, 1967. 279 с. EDN: ZBVREL
11. Быстров В., Дудник С., Камнев В. Русская религиозная геософия: опыт историко-философской реконструкции // Социологическое обозрение. 2016. № 3. С. 150–172. DOI: 10.17323/1728-192X-2016-3-150-172 EDN: WVJPJN
12. Валлерстайн И. Конец знакомого мира: Социология XXI века. М.: Логос, 2004. 368 с.
13. Ванчугов В. Географические предпочтения русской мысли в историко-философской ретроспекции // Тетради по консерватизму. 2015. № 5 С. 12–25. EDN: WELPIT
14. Веккер Л.М. Психические процессы. М.: Книга по Требованию. 2013. Т. 1. 330 с.
15. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление / отв. ред. А.Л. Яншин. М.: Наука, 1991. 270 с. ISBN: 5-02-003505-X EDN: KBQMGG
16. Гегель Г.В.Ф. Лекции по истории философии. СПб: Наука. 1993. Кн. 1. 349 с.
17. Геттнер Альфред. География: её история, сущность, методы (Die Geographie, ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methoden, 1927). Л.–М.: Государственное издательство, 1930. 416 с.
18. Гладкий Ю.Н. Евразийское «неудобье» как индикатор природной и социально-экономической специфики России // Известия Русского географического общества. 1998. Т. 130, Вып. 2. С. 6–12. EDN: VLTAPN
19. Гладкий Ю.Н. Гуманитарная география: понятийный статус и институциализация // Гуманитарный вектор. 2014. № 2 (38). С. 158–164. EDN: SFMPSB
20. Грицай О.В., Комляков В.М., Преображенский В.С. Меняющийся мир и эволюция географической мысли // Известия РАН. Серия географическая. 1994. № 6. С. 5–23.
21. Делёз Ж., Гваттари Ф. Что такое философия? / пер. с франц. С.Н. Зенкина. 1998. СПб: Алетейя. 288 с.
22. Джонстон Р.Дж. География и географы: очерк развития англо-американской социальной географии после 1945 года. М.: Прогресс, 1987. 368 с.
23. Дружинин А.Г., Иванова М.И. Турция как геостратегический партнер России: мнения Ростовских студентов // Социально-экономическая география: история, теория, методы, практика: сборник научных статей / под ред. А.П. Катровского, В.Е. Шувалова, Т.И. Яськовой. Смоленск: Универсум. С. 753–760.
24. Дружинин А.Г. Идеи классического евразийства и современность: общественно-географический анализ. Ростов-н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2021. 270 с. ISBN: 978-5-9275-3665-8 EDN: KQJEXM
25. Дружинин А.Г. Дихотомии евразийства: общественно-географический анализ // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия Гуманитарные и общественные науки. 2024. № 2. С. 102–114. DOI: 10.5922/vestnikhum-2024-2-9 EDN: UMQINH
26. Замятин Д.Н. Политико-географические образы и geopolитические картины мира. Представление географических знаний в моделях политического мышления // Полис. Политические исследования. 1998. № 6. С. 80–91. EDN: ESCQGB
27. Замятин Д.Н. Россия и нигде: географические образы и становление российской цивилизационной идентичности // Философские науки. 2007. № 10. С. 72–90. EDN: ICCWXH
28. Замятин Д.Н. Постгеография: капитал(изм) географических образов // Социологические исследования. 2014. № 10 (366). С. 3–14. EDN: STFCXH
29. Исаченко А.Г. География в XX столетии (о некоторых расхождениях в оценке событий и достижений) // Известия Русского географического общества. 2000. Вып. 5. С. 20–28.
30. Каганский В.Л. Ландшафт. Империя. Россия // Международный журнал исследований культуры. 2013. № 2 (11). С. 5–15. EDN: QCGULT
31. Калуцков В.Н. Культурно-географическое районирование России для образовательных целей // Вестник Московского университета. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2014. № 3. С. 51–66. EDN: SLQOOL
32. Калуцков В.Н. «Имя» в географии: от топонима к геоконцепту // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2016. № 2. С. 100–107. DOI: 10.15356/0373-2444-2016-2-100-107 EDN: VWECFZ
33. Кедров Б.М. О геометоде как особом способе познания // География в системе наук. Л.: Наука, 1987. С. 7–20
34. Колесов В.А. Критическая geopolитика: основы концепции и опыт ее применения в России // Политическая наука. 2011. № 4. С. 31–52. EDN: OKFDIT
35. Костинский Г.Д. Идея пространственности в географии // Известия РАН. Серия географическая. 1992. № 6. С. 31–40.
36. Комляков В.М. Географическая наука на пороге 90-х годов // Известия Академии наук СССР. Серия географическая. 1990. № 4. С. 5–16.

Экономическая, социальная и политическая география
Дружинин А.Г.

37. Котляков В.М. Мировой кризис конца 20 века и географическая наука // Известия Академии наук СССР. Серия географическая. 1995. № 5. С. 7–20.
38. Котляков В.М., Тишков А.А. Михаил Ломоносов и становление отечественной географии // Известия РАН. Серия географическая. 2011. № 6. С. 5–16. EDN: ONKDHH
39. Крылов М.П. Региональная идентичность в Европейской России. М.: Новый хронограф, 2010. 240 с. ISBN: 978-5-94881-109-3 EDN: QKJDFV
40. Кузнецова Н.И., Розов М.А., Шрейдер Ю.А. Объект исследования – наука. М.: Новый хронограф, 2012. 560 с. ISBN: 978-5-94881-202-1 EDN: SBXXOF
41. Леви-Строс К. Первобытное мышление / пер., вступ. ст. и прим. А.Б. Островского. М.: Республика, 1994. 384 с.
42. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975. 352 с. EDN: ZJUELZ
43. Лубский А.В. Геоидеологическая парадигма и геоидеологические ракурсы евразийских исследований // Гуманитарий Юга России. 2013. № 2. С. 152–160. EDN: SBLUBX
44. Любичанковский А.В. Базовые концептуальные подходы географического анализа ментальности населения // Географический вестник. 2023. № 2 (65). С. 26–35. DOI: 10.17072/2079-7877-2023-2-26-35 EDN: KIQUDG
45. Максаковский В.П. Научные основы школьной географии. М.: Просвещение, 1982. 96 с.
46. Максаковский В.П. Географическая культура. М.: ВЛАДОС, 1998. 414 с. ISBN: 5-691-00090-X EDN: ZDRTLJ
47. Машибц Я.Г. Тенденции развития географической мысли // Известия АН СССР. Серия географическая. 1990. № 4. С. 17–27.
48. Мысление. Мысль / Толковый словарь Даля. URL: <https://gufo.me/dict/dal/мысль> (дата доступа 1.02.2025)
49. Мысление / Толковый словарь Ожегова. URL: <https://slovarozhegova.ru/word.php?wordid=15157> (дата доступа 1.02.2025)
50. Мысление. Новейший философский словарь. URL: <https://gufo.me/dict/philosophy/МЫШЛЕНИЕ> (дата доступа 1.02.2025)
51. Родоман Б.Б. «Поляризованный ландшафт»: полвека спустя // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2021. Т. 85, № 3. С. 467–480. DOI: 10.31857/S2587556621030122 EDN: SJVCUH
52. Саушкин Ю.Г. Экономическая география: история, теория, методы, практика. М.: Мысль, 1973. 559 с. EDN: VJEHBR
53. Саушкин Ю.Г. Объективные законы диалектического взаимодействия различных форм движения материи, времени, земного пространства // Известия Всесоюзного географического общества. 1980. № 6. С. 530–536 EDN: ZEGSOR
54. Семёнов-Тян-Шанский В.П. Район и страна. М.-Л.: Государственное издательство, 1928. 311 с.
55. Смирнягин Л.В. Общественная география. Федерализм. Регионализм. публ. 1989–2005 гг. М.: КомКнига, 2005. 464 с. ISBN: 5-484-00061-0 EDN: QQMMKX
56. Смирнягин Л.В. Судьба географического пространства в социальных науках // Известия РАН. Серия географическая. 2016. № 4. С. 7–19. DOI: 10.15356/0373-2444-2016-4-7-19 EDN: WGYBSD
57. Сорокин П.А. Система социологии. Социальная аналитика: Учение о строении простейшего (родового) социального явления. М.: Наука, 1993. Т. 1. 447 с.
58. Стрелецкий В.Н. Регионализм как феномен культуры // Региональные исследования. 2011. № 3(33). С. 45–50. EDN: OHLLAL
59. Стрелецкий В.Н. Культурный регионализм в Европе и России: специфика двух типов культурных пространств // Многовекторность в развитии регионов России: ресурсы, стратегии и новые тренды. Институт географии РАН / отв. ред. В.Н. Стрелецкий. 2017. С. 14–30. EDN: ZFWIJF
60. Трайвииш А.И. Город, район, страна и мир. Развитие России глазами страноведа. М.: Новый хронограф, 2009. 372 с. ISBN: 978-5-94881-085-0 EDN: SUOTFD
61. Трофимов А.М., Чистобаев А.И., Шарыгин М.Д. Общегеографические категории. ТERRITORIALNOST' // Известия Русского географического общества. 1995. Вып. 6. С. 1–10.
62. Трофимов А.М., Шарыгин М.Д. Общая география (Вопросы теории и методологии). Пермь: Пермский государственный университет, 2007. 494 с.
63. Тюгашев Е.А. География философии как дисциплинарная область метафилософии // Вестник Российской философского общества. 2024. № 1–2 (107–108). С. 41–52. DOI: 10.21146/1606-6251-2024-1/2-40-52 EDN: BAFNBS
64. Тютюнник Ю.Г. О феномене географии // Известия РАН. Серия географическая. 2010. № 6 С. 8–18 EDN: NDUJLX
65. Харвей Д. Научное объяснение в географии. М.: Прогресс, 1974. 502 с.
66. Файбусович Э.Л. Критерии географичности исследований в экономической и социальной географии // Известия всесоюзного географического общества. 1984. № 6. С. 515–518. EDN: TYYBCJ
67. Флоренский П.А. Абсолютность пространственности // Статьи и исследования по истории и философии искусства и археологии. М.: Мысль, 2000. С. 274–296.
68. Шарыгин М.Д., Столбов В.А. Географическое мышление: новые грани проявления // Известия Всесоюзного географического общества. 1991. Т. 123, Вып. 3. С. 239–246.
69. Шарыгин М.Д. Общественная география в России: тернистый путь развития // Географический вестник. 2017. № 2 (41). С. 17–25. DOI: 10.17072/2079-7877-2017-2-17-25 EDN: YTOQID
70. Шупер В.А. Национальная идея: взгляд географа // Вопросы философии. 2021. № 8. С. 5–14. DOI: 10.21146/0042-8744-2021-8-5-14 EDN: AJLLER
71. Энгельс Ф. Ландшафты // Сочинения. 2-е изд. / К. Маркс, Ф. Энгельс. М.: Политиздат, 1970. Т. 41. С. 74–81.
72. Dalby S., Ó Tuathail G. Rethinking geopolitics. L.: Routledge, 1998. 333 p.
73. Peet J.R. Radical Geography. Chicago: Maaroufa Press, 1977. 387 p.

Экономическая, социальная и политическая география
Дружинин А.Г.

References

1. Agafonov N.T., Alaev E.B., Lavrov S.B., Mezhevich M. N., Xorev B.S. O sovremenном состоянии и перспективных возможностях экономической и социальной географии [About the current state and promising opportunities of economic and social geography] // Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshhestva. 1988. № 5. S. 393-402
2. Alaev E.B. Geograficheskoe myshlenie i geostranstvennaya paradigma [Geographic thinking and the geospatial paradigm] // Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshhestva. 1981. № 5. S. 419-422
3. Alekseev V.P. Istoricheskaya antropologiya i etnogenез [Historical anthropology and ethnogenesis]. M: Nauka. 1989. 449 p.
4. Antichnye ritoriki [Ancient rhetoric] / sobranie tekstov, stat'i, kommentarii i obshchaya redakciya prof. A. A. Taxo-Godi. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta. 1978. 352 s.
5. Anuchin V.A. Geograficheskiy faktor i razvitiye obshhestva [The geographical factor and the development of society]. M: Myshl'. 1982. 334 s.
6. Baranskij N.N. Chto ponimat' pod vyrazheniem «geograficheskoe myshlenie» [What is meant by the expression "geographical thinking"] // Geografiya v shkole. 1938. № 2. S. 122-127
7. Baranskij N.N. Ocherednye zadachi geografii [The next tasks of geography] // Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshhestva. 1956. № 1. S. 36-43
8. Bocharnikov V.N. Fenomen geshtal'ta v paradigmе social'no-economicheskoy geografii [The phenomenon of Gestalt in the paradigm of socio-economic geography] // Astrakhanskij vestnik e-kologicheskogo obrazovaniya. 2012. № 3 (21). S. 54-63
9. Bocharnikov V.N. Geograficheskoe myshlenie, kul'turnaya geografiya i dikaya priroda [Geographical thinking, cultural geography and wildlife] // Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2018. № 3. S. 105-116.
10. Bunge V. Teoreticheskaya geografiya [Theoretical geography]. M.: Progress. 1967. 279 s.
11. Bystrov V., Dudnik S., Kamnev V. Russkaya religioznaia geosofiya: opyt istoriko-filosofskoj rekonstrukcii [Russian Religious Geosophy: the Experience of Historical and Philosophical Reconstruction] // Sociologicheskoe obozrenie. 2016. № 3. S. 150-172
12. Vallerstajn I. Konec znakomogo mira: Sociologiya XXI veka [The End of a Familiar World: The Sociology of the 21st Century]. M.: Logos. 2004. 368 s.
13. Vanchugov V. Geograficheskie predpochteniya russkoj myshli v istoriko-filosofskoj retrospekcii [Geographical preferences of Russian Thought in Historical and Philosophical retrospect] // Tetradi po konservativizmu. 2015. № 5. S. 12-25
14. Vekker L.M. Psichicheskie processy [Mental processes]: Tom 1. M.: Kniga po Trebovaniyu. 2013. 330 s.
15. Vernadskij V.I. Nauchnaya myshl' kak planetnoe yavlenie [Scientific thought as a planetary phenomenon] / otv. red. A.L. Yanshin. M.: Nauka. 1991. 270 s.
16. Hegel G.V.F. Lekcii po istorii filosofii [Lectures on the history of philosophy]. Kn. 1. SPb: Nauka. 1993. 349 s.
17. Gettner Al'fred. Geografiya: eyo istoriya, sushhnost', metody [Geography: its history, essence, methods] (Die Geographie, ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methoden, 1927). Leningrad - Moskva: Gosudarstvennoe izdatel'stvo. 1930. 416 s.
18. Gladkij Yu.N. Evrazijskoe «neudob'e» kak indikator prirodnoj i social'no-economicheskoy specifiki Rossii [The Eurasian "inconvenience" as an indicator of the natural and socio-economic specifics of Russia]. II // Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshhestva. 1998. T. 130. Vy'p. 2. S. 6-12
19. Gladkij Yu.N. Gumanitarnaya geografiya: ponyatiyj i status i institucionalizaciya [Humanitarian geography: conceptual status and institutionalization] // Gumanitarnyyj vektor. 2014. № 2 (38). S. 158-164
20. Griczaj O.V., Kotlyakov V.M., Preobrazhenskij V.S. Menyayushhijsya mir i evolyuciya geograficheskoy myshli [The changing world and the evolution of geographical thought] // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 1994. № 6. S. 5-23
21. Delyoz Zh., Gvattari F. Chto takoe filosofiya? [What is philosophy?] / Per. s frants. S. N. Zenkina. 1998. SPb: Aletejja. 288 p.
22. Dzhonston R. Dzh. Geografiya i geografiy': Ocherk razvitiya anglo-amerikanskoy social'noj geografii posle 1945 goda [Geography and Geographers: An Essay on the Development of Anglo-American Social Geography after 1945]. M.: Progress. 1987. 368 p.
23. Druzhinin A.G., Ivanova M.I. Turciya kak geostrategicheskij partner Rossii: mneniya rostovskix studentov [Turkey as a geostrategic partner of Russia: opinions of Rostov students] // Social'no-economicheskaya geografiya: istoriya, teoriya, metody, praktika /Sbornik nauchnyx statej / pod red. A.P. Katrovskogo, V.E. Shuvalova, T.I. Yas'kovo. Smolensk: Universum. S. 753-760.
24. Druzhinin A.G. Idei klassicheskogo evrazijstva i sovremennost': obshhestvenno-geograficheskij analiz [The Ideas of Classical Eurasianism and Modernity: a Socio-geographical analysis]. Rostov-na-Donu: Izd-vo Yuzhnogo federal'nogo universiteta. 2021. 270 p.
25. Druzhinin A.G. Dixotomii evrazijstva: obshhestvenno-geograficheskij analiz [The Dichotomies of Eurasianism: a Socio-geographical analysis] // Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Gumanitarnyye i obshhestvennye nauki. 2024. № 2. S. 102-114.
26. Zamyatin D.N. Politiko-geograficheskie obrazy i geopoliticheskie kartiny mira. Predstavlenie geograficheskix znanij v modelyax politicheskogo myshleniya [Political and geographical images and geopolitical worldviews. Representation of geographical knowledge in models of political thinking] // Polis. Politicheskie issledovaniya. 1998. № 6. S. 80-91.
27. Zamyatin D.N. Rossiya i nigde: geograficheskie obrazy i stanovlenie rossijskoy civilizational identity [Russia and Nowhere: Geographical images and the Formation of Russian civilizational Identity] // Filosofskie nauki. 2007. № 10. S. 72-90.
28. Zamyatin D.N. Postgeografiya: kapital(izm) geograficheskix obrazov [Postgeography: the capital of geographical images] // Sociologicheskie issledovaniya. 2014. № 10 (366). S. 3-14.
29. Isachenko A.G. Geografiya v XX stoletii (o nekotoryx raszozhdeniyax v ocenke sobytij i dostizhenij) [Geography in the 20th century (on some discrepancies in the assessment of events and achievements)] // Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshhestva. 2000. Vy'p. 5. S. 20-28
30. Kaganskij V.L. Landshaft. Imperiya. Rossiya [The landscape. Empire. Russia] // Mezdunarodnyj zhurnal issledovanij kul'tury. 2013. № 2 (11). S. 5-15.

*Экономическая, социальная и политическая география
Дружинин А.Г.*

31. Kaluczko V.N. Kul'turno-geograficheskoe rajonirovanie Rossii dlya obrazovatel'nyx celej [Cultural-geographical zoning of Russia for educational purposes] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 19: Lingvistika i mezhkul'turnaya kommunikaciya. 2014. № 3. S. 51-66.
32. Kaluczko V.N. «Imya» v geografii: ot toponima k geokonceptu ["Name" in geography: from a toponym to a geoconcept] // Izvestiya Rossijskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2016. № 2. S. 100-107
33. Kedrov B.M. O geometode kak osobom sposobe poznaniya [About geometry as a special way of cognition] // Geografiya v sisteme nauk. L.: Nauka. 1987. S. 7-20
34. Kolosov V.A. Kriticheskaya geopolitika: osnovy koncepции i op'y't eyo primeneniya v Rossii [Critical Geopolitics: fundamentals of the concept and experience of its application in Russia] // Politicheskaya nauka. 2011. № 4. S. 31-52.
35. Kostinskij G.D. Ideya prostranstvennosti v geografii [The idea of spatiality in geography] // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 1992. № 6. S.31-40
36. Kotlyakov V.M. Geograficheskaya nauka na poroge 90-x godov [Geographical science on the threshold of the 90s] // Izvestiya Akademii nauk SSSR. Seriya geograficheskaya. 1990. № 4. S.5-16
37. Kotlyakov V.M. Mirovoj krizis konca 20 veka i geograficheskaya nauka [The global crisis of the late 20th century and geographical science] // Izvestiya Akademii nauk SSSR. Seriya geograficheskaya. 1995. № 5. S.7-20
38. Kotlyakov V.M., Tishkov A.A. Mixail Lomonosov i stanovlenie otechestvennoj geografii [Mikhail Lomonosov and the formation of Russian geography] // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2011. № 6, s. 5-16
39. Krylov M.P. Regional'naya identichnost' v Evropejskoj Rossii [Regional identity in European Russia]. M: Novyj xronograf. 2010. 240 s.
40. Kuzneczova N.I., Rozov M.A., Shrejder Yu.A. Ob'ekt issledovaniya – nauka [The object of research is science]. M.: Novyj xronograf. 2012. 560 s.
41. Levi-Stros K. Pervobytnoe myshlenie [Primitive thinking]. Per., vstup. st. i prim. A.B. Ostrovskogo. M.: Respublika, 1994. 384 s.
42. Leont'ev A.N. Deyatel'nost'. Soznanie. Lichnost' [Activity. Conscience. Personality]. Moskva: Politizdat. 1975. 352 s.
43. Lubskij A.V. Geoideologicheskaya paradigma i geoideologicheskie rakursy evrazijskix issledovanij [Geoideological paradigm and epistemological perspectives of Eurasian studies] // Gumanitarij Yuga Rossii. 2013. № 2. S. 152-160
44. Lyubichankovskij A.V. Bazovy'e konceptual'nye podkody' geograficheskogo analiza mental'nosti naseleniya [Basic conceptual approaches to the geographical analysis of the mentality of the population] // Geograficheskij vestnik. 2023. № 2 (65). S. 26-35
45. Maksakovskij V.P. Nauchnye osnovy shkol'noj geografii [Scientific foundations of school geography]. M.: Prosveshchenie. 1982. 96 s.
46. Maksakovskij V.P. Geograficheskaya kul'tura [Geographical culture]. Moskva: VLADOS. 1998. 414 s.
47. Mashbicz Ya.G. Tendencii razvitiya geograficheskoy my'sli [Trends in the development of geographical thought] // Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya. 1990. № 4. S. 17-27
48. My'shlenie. My'sl' [Mind. Thought]/ Tolkovyj slovar` Dalya [E'lektronnyj resurs] <https://gufo.me/dict/dal/my'sl'> (data dostupa 1.02.2025)
49. My'shlenie [Mind]/ Tolkovyj slovar` Ozhyogova [E'lektronnyj resurs] <https://slovarozhegova.ru/word.php?wordid=15157> (data dostupa 1.02.2025)
50. My'shlenie. [Mind] / Novejshij filosofskij slovar` [E'lektronnyj resurs] <https://gufo.me/dict/philosophy/MYShLENIE> (data dostupa 1.02.2025)
51. Rodoman B.B. «Polyarizovannyj landshaft»: polveka spustya ["Polarized Landscape": Half a century later] // Izvestiya Rossijskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2021. T. 85. № 3. S. 467-480
52. Saushkin Yu.G. E'konomicheskaya geografiya: istoriya, teoriya, metody', praktika [Economic geography: history, theory, methods, practice]. M.: My'sl'. 1973. 559 s.
53. Saushkin Yu.G. Ob'ektivnye zakony dialekticheskogo vzaimodejstviya razlichnyx form dvizheniya materii, vremeni, zemnogo prostranstva [Objective laws of dialectical interaction of various forms of motion of matter, time, and terrestrial space] // Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshhestva. 1980. № 6. S. 530-536
54. Semyonov-Tyan-Shanskij V.P. Rajon i strana [District and country]. M.-L.: Gosudarstvennoe izdatel'stvo. 1928. 311 s.
55. Smirnyagin L.V. Obshhestvennaya geografiya. Federalizm. Regionalizm. publ. 1989-2005 gg. [Public geography. Federalism. Regionalism. publ. 1989-2005]. M: KomKniga, 2005. 464 s.
56. Smirnyagin L.V. Sud'ba geograficheskogo prostranstva v social'nyx naukax [The fate of geographical space in the social sciences] // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2016. № 4. S. 7-19
57. Sorokin P.A. Sistema sociologii. T.1. Social'naya analitika: Uchenie o stroenii prostejshego (rodovogo) social'nogo yavleniya [The system of sociology. Vol. 1. Social analytics: The doctrine of the structure of the simplest (generic) social phenomenon]. M.: Nauka. 1993. 447 s.
58. Streleczkij V.N. Regionalizm kak fenomen kul'tury [Regionalism as a cultural phenomenon] // Regional'nye issledovaniya. 2011. № 3 (33). S. 45-50.
59. Streleczkij V.N. Kul'turnyj regionalizm v Evrope i Rossii: specifika dvukh tipov kul'turnyx prostranstv [Cultural regionalism in Europe and Russia: the specifics of two types of cultural spaces] // V sbornike: Mnogovektornost' v razvitiu regionov Rossii: resursy', strategii i novy'e trendy'. Institut geografii RAN; Otvetstvennyj redaktor V.N. Streleczkij. 2017. S. 14-30.
60. Trejvish A.I. Gorod, rajon, strana i mir. Razvitie Rossii glazami stranoveda [City, district, country and the world. The development of Russia through the eyes of a regional expert]. M.: Novyj xronograf. 2009. 372 s.
61. Trofimov A.M., Chistobaev A.I., Sharygin M.D. Obshhegeograficheskie kategorii. I. Territorial'nost' [General geographical categories. I. Territoriality] // Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshhestva. 1995. Vy'p. 6. S. 1-10
62. Trofimov A.M., Sharygin M.D. Obshchaya geografiya (Voprosy teorii i metodologii) [General geography (Issues of theory and methodology)]. Perm': Permskij gosudarstvennyj universitet. 2007. 494 s.

Экономическая, социальная и политическая география
Дружинин А.Г.

63. Tyugashev E.A. Geografiya filosofii kak disciplinarnaya oblast` metafilosofii [Geography of Philosophy as a disciplinary field of metaphilosophy] // Vestnik Rossijskogo filosofskogo obshhestva. 2024. № 1-2 (107-108). S. 41-52.
64. Tyutyunnik Yu.G. O fenomene geografii [About the phenomenon of geography] // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2010. № 6. S. 8-18
65. Xarvej D. Nauchnoe ob``yasnenie v geografii [Scientific explanation in geography]. M.: Progress. 1974. 502 s.
66. Fajbusovich E`L. Kriterii geografichnosti issledovanij v e`konomiceskoi i social`noj geografii [Criteria for geographical research in economic and social geography] // Izvestiya vsesoyuznogo geograficheskogo obshhestva. 1984. № 6. S. 515-518
67. Florenskij P.A. Absolyutnost` prostranstvennosti [The absoluteness of spatiality] // Stat`i i issledovaniya po istorii i filosofii iskusstva i arxeologii. M.: My`sl'. 2000. S. 274-296
68. Shary`gin M.D., Stolbov V.A. Geograficheskoe my`shlenie: novy`e grani proyavleniya [Geographical thinking: new facets of manifestation] // Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshhestva. 1991. T. 123.Vy`p. 3. S. 239-246
69. Shary`gin M.D. Obshhestvennaya geografia v Rossii: ternisty`j put` razvitiya [Social geography in Russia: a thorny path of development] // Geograficheskiy vestnik. 2017. 2 (41). S. 17-25
70. Shuper V.A. Nacional`naya ideya: vzglyad geografa [The national idea: a geographer's view] // Voprosy` filosofii. 2021. № 8. S. 5-17
71. E`ngel`s F. Landshafty` [Landscapes] / Marks K., E`ngel`s F. Sochineniya. 1970. 2-e izd. M: Politizdat. T. 41. S. 74-81
72. Dalby S., Ó Tuathail G. Rethinking geopolitics. L.: Routledge. 1998. 333 p.
73. Peet J. R. Radical Geography, Chicago: Maaroufa Press. 1977. 387 p.

Статья поступила в редакцию: 17.02.25, одобрена после рецензирования: 12.05.25, принята к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 17 February 2025; approved after review: 12 May 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторе

Александр Георгиевич Дружинин

доктор географических наук, профессор,
директор Северо-Кавказского НИИ экономических
и социальных проблем Южного федерального
университета,
344006, Россия, Ростов-на-Дону,
ул. Большая Садовая, 105;
ведущий научный сотрудник Института географии РАН
119017, г. Москва, Старомонетный переулок, 29, стр. 4.

Information about the author

Alexander G. Druzhinin

Doctor of Geographical Sciences,
Professor, Director of the North Caucasus Research
Institute of Economic and Social Problems
at the Southern Federal University;
105, Bolshaya Sadovaya st., Rostov-on-Don, 344006,
Russia;
Leading Researcher, Institute of Geography
of the Russian Academy of Sciences;
29, bld. 4, Staromonetny pereulok, Moscow,
119017, Russia.

e-mail: alexdru9@mail.ru

Экономическая, социальная и политическая география
Балина Т.А., Столбов В.А.

Научная статья

УДК 910.1

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-31-39

EDN: ZGTQXA



ПАРАДИГМА СОЦИОЭКОНОМИКИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Татьяна Анатольевна Балина¹, Вячеслав Алексеевич Столбов²

^{1, 2} Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

¹ t_balina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2673-0119>

² Stolbov210857@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9166-5133>

Аннотация. В статье раскрываются теоретические вопросы изучения социоэкономики и реализации ее постулатов на территории России в период трансформации мирового сообщества: перехода к гуманистическому этапу развития, утверждения принципов устойчивого развития, формирования многополярной geopolитической ситуации, глобальной регионализации. Особое внимание уделено социальной и экологической направленности социоэкономики, которая нацелена на реализацию творческих способностей людей и гармонизацию взаимоотношений природы и общества. Раскрываются вопросы оценки экономической, социальной и экологической эффективности социоэкономики посредством современного инструментария экономической географии и региональной экономики. Подчеркивается значимость антропоцентрического подхода в обосновании целей развития социоэкономики регионального и локального уровней. Имплицитно положения социоэкономики присутствуют в документах стратегического планирования субъектов Российской Федерации, заложены в ряде национальных проектов и концепций экономической, социально-экономической и общественной географии. В полной мере преимущества социоэкономической парадигмы реализуются на примере старопромышленных регионов, нуждающихся в модернизации хозяйственного комплекса, новом целеполагании и формировании эффективного механизма территориального управления. Пермский край, являясь типичным старопромышленным регионом, переживает сложный период трансформации ресурсоэксплуатирующих отраслей экономики. Формирование территорий опережающего социально-экономического развития рассмотрено в контексте парадигмы социоэкономики как механизма реализации принципов устойчивого развития. Приоритетным направлением развития старопромышленного региона является его сбалансированное развитие, понимаемое, во-первых, как пропорциональное сочетание традиционных и новых отраслей производства, во-вторых, как целенаправленное и гармоничное развитие экономики и социальной сферы.

Ключевые слова: парадигма, социоэкономика, устойчивое развитие, регионы, региональный капитал, старопромышленные регионы, Пермский край

Финансирование. Материалы исследования подготовлены в рамках проекта-победителя грантового конкурса для преподавателей Фонда Потанина.

Для цитирования: Балина Т.А., Столбов В.А. Парадигма социоэкономики в контексте устойчивого развития регионов // Географический вестник=Geographical bulletin, 2025. № 3(74). С. 31–39. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-31-39. EDN: ZGTQXA

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-31-39

EDN: ZGTQXA

THE PARADIGM OF SOCIOECONOMICS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONS

Tatiana A. Balina¹, Vyacheslav A. Stolbov²

^{1, 2} Perm State University, Perm, Russia

¹ t_balina@mail.ru, ORCID:0000-0003-2673-0119

² Stolbov210857@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9166-5133

Abstract. The article discusses theoretical issues of studying socioeconomics and implementing its postulates in Russia during the period of the world community's transformation: transition to the humanistic stage of development, assertion of the sustainable development principles, formation of a multipolar geopolitical situation, global regionalization.



© 2025 Балина Т. А., Столбов В. А. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, перейдите по ссылке <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Экономическая, социальная и политическая география
Балина Т.А., Столбов В.А.

Particular attention is paid in the paper to the environmental focus of socioeconomics, which is aimed at harmonizing the relationships between nature and society. The study deals with the assessment of the economic, social, and environmental efficiency of socioeconomics using modern tools of economic geography and regional economics. The importance of the anthropocentric approach in substantiating the goals underlying the development of socioeconomics at the regional and local levels is emphasized. The provisions of socioeconomics are implicitly present in the strategic planning documents of the constituent entities of the Russian Federation and laid down in a number of national projects and concepts of economic, socio-economic, and human geography. The advantages of the socioeconomic paradigm are fully realized in old industrial regions as there is a need for the modernization of the economic complex, new goal-setting, and the formation of an effective territorial management mechanism. The Perm Region, being a typical old industrial region, is going through a difficult period of transformation of resource-exploiting sectors of the economy. The paper discusses the formation of Advanced Socio-Economic Development Areas in the context of the socioeconomic paradigm as a mechanism for implementing the sustainable development principles. The priority direction in the development of an old industrial region is its balanced progress, understood, firstly, as a well-proportioned combination of traditional and new industries and, secondly, as a harmonious development of the economy and the social sphere.

Keywords: paradigm, socioeconomics, regions, old industrial regions, Perm Region

Funding: the materials were prepared within the framework of a project supported by the Potanin Foundation.

For citation: Балина, Т.А., Столбов, В.А. (2025). The paradigm of socioeconomics in the context of sustainable development of regions. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 31–39. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-31-39. EDN: ZGTQXA

Введение

Исследование вопросов устойчивого развития регионов может осуществляться на основе ряда теоретических постулатов, формирующих разнообразные методологические концепции и методические приемы. Среди многообразия современных изысканий в этом направлении особый интерес вызывает парадигма социоэкономики, которая довольно успешно внедряется как в научную сферу, так и в практику территориального управления. Как отмечает Анимица Е.Г. с коллегами, рост регионального самосознания, осмысление людьми новой социальной действительности, формирование идеологии выравнивания качества жизни людей как ключевого основания будущего развития регионов – все это и многое другое предопределило необходимость формулирования новой парадигмы региона [1]. Авторы предлагают рассматривать новую парадигму регионального развития как переход от ресурсно-ориентированного к инновационно-стратегическому развитию, подразумевающему целенаправленную социальную эволюцию воспроизводственного потенциала региона, что соответствует прогрессивной смене технологических укладов и проблемам «третьего поколения» – развития человека.

Эти идеи созвучны сущности социоэкономики, ориентированной на рост социальной эффективности хозяйственной деятельности. Социоэкономика как наука находится на стадии становления и поиска концептуального ядра, опирается на теоретико-методологическую основу, включающую различные учения, теории, парадигмы, концепции, исследовательские подходы, методы, понятийно-терминологический аппарат. Базовыми для данной области являются пространственно-временная и территориально-организационная парадигмы, теории социально-экономического районирования, территориального разделения труда, территориально-общественного системообразования, учения о регионах и городах, концепции размещения производительных сил и пространственного развития социоэкономики [1, с. 5]. Интегрирующим базисом социоэкономики выступает собственно экономика (производство, деятельность, хозяйство) с ее целевой направленностью на эффективность, обеспечение экологической безопасности, повышение уровня и качества жизни людей.

Актуализация социоэкономических исследований является ответом научного сообщества на объективные потребности общественного развития. Постиндустриальная цивилизация закономерно сменяется гуманистическим этапом эволюции, ставящим во главу угла развитие креативных, творческих способностей людей. Не мимо эта тенденция и Россию, где на уровне законодательно-правовых инициатив ставится задача определить «...базовые принципы построения и основные задачи общенациональной системы выявления и развития молодых талантов» [10]. Реализация такой задачи возможна только в рамках устойчиво действующей социально-экономической системы, длительно обеспечивающей благоприятные условия функционирования социума.

Из семнадцати принципов устойчивого развития, определенных ООН и имеющих общечеловеческое значение, первоочередными являются именно социальные: ликвидация нищеты, голода, хорошее здоровье и благополучие и т.д. [29]. Второе место отводится экологическим проблемам, что вполне соответствует приоритетам социоэкономической парадигмы. Решение этих задач в строгом соответствии с положениями глобалистики необходимо осуществлять изначально на региональном уровне. Как и все глобальные проблемы, принципы устойчивого развития актуальны для нашей страны, а реализация их ложится на плечи субъектов Федерации. Таким образом, мейнстримом регионального развития становятся приоритеты устойчивости и социальной направленности.

Законодательной основой решения подобных задач являются «Стратегия пространственного развития РФ до 2030 года...» и система стратегического планирования в РФ [6, 17].

Экономическая, социальная и политическая география
Балина Т.А., Столбов В.А.

В большинстве субъектов Российской Федерации в стратегических документах предусматривается переход к экономике замкнутого цикла, устойчивое развитие с максимальной экономической, экологической и социальной эффективностью при определяющем доминировании последней. Данное целеполагание непосредственно вписывается в парадигму формирования региональной социоэкономики, в контексте которой рассмотрим некоторые аспекты устойчивого развития территории.

Идеи развития экономики замкнутого цикла, или так называемой циклической экономики, сложно назвать абсолютно новыми. В середине 1970-х гг. отечественными экономико-географами раскрывались теоретические и методологические вопросы исследования «массо-энерго-обмена» общества и природы посредством различных концептуальных моделей, в частности РЭВЦ – ресурсных энерго-вещественных циклов, что давало основу для поиска оптимальных направлений создания циклической экономики в регионах разного масштаба [9]. В настоящее время данная проблематика вновь на повестке дня, поскольку обостряются вопросы гармонизации взаимодействия природы и общества, а также экологического равновесия в рамках социоэкономики, что требует переосмысливания подходов к оценке ее эффективности.

Социоэкономика предполагает достижение различных видов эффективности, некоторые из которых можно рассчитать, оценить, монетизировать или предать прочим количественным подсчетам. Но некоторые сложнее поддаются формализации и оценке, поэтому требуют особых подходов и методик. Речь идет о экологической и социальной эффективности, оценка которых является предметом научных дискуссий и исследований [11, 20].

Экономическая эффективность определяется получением максимальной добавленной стоимости с учетом действующих ресурсных, производственных, экологических, социальных и прочих ограничений. В современных геополитических условиях экономическая эффективность развития страны или региона может также оцениваться через показатели самодостаточности, самообеспеченности, импортозамещения и прочих «атрибутов» устойчивости и перспективности [14, 27 и др.].

Экологическая эффективность регламентируется принципами рационального природопользования, нормативными и правовыми документами, действующими в этой сфере. Особенно важным представляется данный вопрос в условиях реновации экономики старопромышленных регионов, где добыча и переработка полезных ископаемых была ведущей отраслью на протяжении веков, что не могло не сказаться на экологической ситуации.

Социальная эффективность характеризуется созданием условий для повышения уровня и качества жизни всего социума. Это обеспечивается стимулированием участия власти, частных инвесторов и представителей местного сообщества в создании комфортной среды путем строительства и модернизации объектов социальной, жилищной, коммунальной и транспортной инфраструктуры [21], что требует соответствующих концептуальных обоснований, в том числе комплексных географических исследований.

Материалы и методы

Парадигма социоэкономики «приобретает популярность» как среди ученых, так и среди специалистов в области территориального управления. Являясь междисциплинарной категорией, она объединила подходы экономики и географии в обосновании основных направлений региональной политики. Следует подчеркнуть, что парадигма социоэкономики уже давно перешла из плоскости научной риторики в сферу территориального управления. Так, председатель Законодательного собрания Пермского края Сухих В.А. среди актуальных задач, стоящих перед наукой, называет развитие теоретико-методологических основ изучения социоэкономики региона, выявление функционального содержания управления устойчивым социально-экономическим развитием территории в условиях активизации модернизационных процессов [24]. Есть все основания полагать, что парадигма социоэкономики «принята на вооружение» региональными органами власти.

Социоэкономика, формируясь в границах регионов с различной обеспеченностью природными ресурсами, экономическим и трудовым потенциалом, конкурентными преимуществами ЭГП и проч., имеет яркие территориальные различия, отличается динамичностью и сложностью протекания социально-экономических процессов. Процессы гуманизации и трансформации экономики в социоэкономику, усиление ее социальной ориентации обусловлены стремлением к повышению уровня и качества жизни людей.

Молодость и неоднозначность понятия «социоэкономика» требует применения адекватных методов познания и анализа эффективности функционирования в непростых условиях перехода к постиндустриальному и далее – к гуманистическому обществу. Идеология парадигмы «гуманистического общества» опирается на исследования Олпорта Г. (теория личностных черт) [15], идеи «гуманистической психологии», или «третьей силы», Маслоу А. (теория самоактуализации) [12], труды Роджерса К.Р. (теория личности) [19]. Теории гуманистической личности этих авторов определяют в качестве важнейших черт индивидуума и его высших устремлений (мотиваций) желание принести пользу обществу, индивидуальность, наличие возможностей сознательно и целенаправленно формировать определенные стороны образа жизни, строить отношения с социумом и окружающим миром.

Гуманистическое общество, в отличие от постиндустриального (нацеленного на удовлетворение индивидуальных потребностей людей), ориентировано на создание условий для творческого развития членов социума и формирование креативной личности. Возникновение подобного общественного феномена на базе уже

Экономическая, социальная и политическая география
Балина Т.А., Столбов В.А.

сложившихся культурных и цивилизационных основ не отрицает их дальнейшего существования, а предполагает успешную коэволюцию.

Резюмируя вышесказанное, подчеркнем, что социоэкономика, представляя относительно молодое междисциплинарное научное направление, формируется на стыке экономики, социологии, социально-экономической географии, демографии, психологии, политологии, права и других общественных наук и пребывает в стадии становления и поиска концептуального ядра. В качестве такового можно принять концепцию ТСЭС (территориальных социально-общественных систем), ТОС (территориальных общественных систем), ТОЛ (территориальной общности людей) и ряд других концептуальных моделей [25, 26 и др.], нацеленных на оптимизацию территориальной организации всех сфер жизнедеятельности общества, обоснование стратегии социально-экономического развития субъектов разного уровня.

Теоретико-методологические основы социоэкономики

Среди актуальных задач теоретико-методологического обоснования социоэкономики особое место занимает изучение, оценка, наращивание и реализация регионального потенциала, его трансформация в региональный капитал. Оценка регионального потенциала выполняет важную функцию по совершенствованию процессов его реализации. Использование потенциала происходит по нескольким направлениям: хозяйственному, инновационному, инвестиционному, социальному, экологическому, рекреационному, духовно-культурному и т.д. [22]. Реализация регионального потенциала происходит путем процессов эксплуатации, капитализации, пользования, восприятия и созидания. Нам представляется, что в рамках социоэкономики географам предстоит разработать инструментарий оценки регионального потенциала, а экономистам обосновать пути его трансформации в региональный капитал, что даст научно-методологическую основу для региональной политики, нацеленной на повышение уровня и качества жизни населения [2].

Особый интерес в данном аспекте представляют старопромышленные регионы, обладающие все менее богатым ресурсным потенциалом, относительно высоким экономическим потенциалом, но также острыми социально-демографическими и экологическими проблемами, поскольку многие поселения возникали как центры индустриального развития, как «города-заводы», которые сегодня пытаются перестроить в комфортные «города для людей» [13].

Старопромышленные регионы мира успешно трансформируются в технологические парки, туристические зоны, территории концентрации отраслей сервисной сферы и высоких технологий [8]. Именно бывшие индустриальные регионы развитых стран возглавляют перечень наиболее успешных территорий мира. Россия в этом плане далека от глобального мейнстрима [30]. Из числа «старых» субъектов федерации в число дотационных по состоянию на 2023 г. входили 62 региона, большая часть из которых соответствует индустриальному типу хозяйства [5].

К сожалению, эволюция Пермского края как старопромышленного региона не соответствует желаемым тенденциям. Согласно данным подробных рейтингов агентства «Эксперт РА» инвестиционного климата регионов страны (1999–2020 гг.), край обладает богатейшим природным потенциалом (3–6 места среди субъектов Федерации), мощным индустриальным комплексом (8–15 места) и квалифицированными трудовыми ресурсами (16–23 места). При этом регион отличался по состоянию на 2020 г. крайне высокими экологическим (66-е место), криминальным (65-е место), экономическим (63-е) и социальным (47-е) рисками [18]. Очевидна диспропорциональность основных функциональных структур края как ТОС, устойчивое превалирование традиционных индустриальных целей.

Поэтапная трансформация территорий с индустриальной специализацией должна вести к повышению роли человека не только как главной производительной силы, участника производственных процессов, но и основной ценности государства. И этот тезис должен лежать в основе концепции устойчивого развития регионов.

Современная региональная экономика в традиционных представлениях о регионах базируется на четырех основных концепциях:

1. Регион как квазигосударство;
2. Регион как квазикорпорация;
3. Регион как рынок;
4. Регион как социум [4].

Переход от индустриального этапа к постиндустриальному, а в перспективе и к гуманистическому предполагает перенос акцентов развития региона на социальные моменты, на формирование социума, причем социума, проживающего в комфортных условиях, обеспеченного благами и услугами на уровне определенных стандартов, имеющего возможность реализовать свои творческие способности. В этом аспекте необходимо отметить активизацию научного поиска по вопросам креативной экономики [28].

Рассмотрение региона как социума предполагает трактовку его как сугубо человеческое представление через определенную ценностно-гуманистическую шкалу, раскрывающую значение территории для человека. Такой антропоцентрический подход переносит центр внимания на Человека. Это личность и индивид, жизнедеятельность которого осуществляется в благоприятном социально-экономическом пространстве и выполняющая (реализующая) ряд функций:

Экономическая, социальная и политическая география
Балина Т.А., Столбов В.А.

- во-первых, он член устойчивого, успешно развивающегося социума, активный представитель гражданского общества;
- во-вторых, гражданин страны с определенным набором прав и обязанностей;
- в-третьих, житель конкретной территории, обладающей спецификой природно-климатических условий и хозяйственной деятельности;
- в-четвертых, специалист, занятый в конкретной сфере деятельности со своими регламентированными обязанностями и корпоративными требованиями;
- в-пятых, индивид, выполняющий множество других социальных функций (семейных, этнических, бытовых, рекреационных, экологических, культурных, моральных и пр.).

Принципиальные отличия такой концепции региона – доминирование социальных потребностей над производственными, а анализ успешности социально-экономического развития такой территории должен опираться на показатели качества жизни населения [1, 2, 22 и др.].

На формирование региональной социоэкономики оказывают влияние внешние факторы (глобализация, geopolитическое положение, конъюнктура мирового рынка) и внутренние (природно-ресурсный и экономический потенциал, человеческий капитал, инновационно-инвестиционные тенденции). Трансформация традиционной экономики в социоэкономику может дифференцироваться по темпам, векторам и механизмам в разных типах поселений. Бытует мнение, что в крупных городах, агломерациях, мегаполисах и высокоурбанизированных регионах данный процесс будет развиваться быстрее и успешнее, что связано с доминированием третичного и четвертичного секторов и научно-технических технологий.

Но данный тезис можно опровергнуть, помня о богатом опыте развитых стран. Выход за пределы индустриальных, высокоурбанизированных зон возможен путем создания «искусственных» фокусов инноваций в малых и средних городах. Успешные проекты ревитализации старопромышленных районов в Европе и США демонстрируют эффективность подобного подхода.

В нашей стране с ее недалеким советским прошлым и «рыночно ориентированным» настоящим мы находим множество примеров создания особых условий для развития инновационных и высокотехнологичных производств в малых городах с особым градообразующим статусом. Речь идет о наукоградах и закрытых административно-территориальных образованиях, где создавались все условия для благополучной жизни населения «во имя» плодотворной научно-производственной деятельности. Возможно, опыт социалистического прошлого выглядит более успешным и результативным по сравнению с современными попытками повторить эти сценарии (Сколково, Иннополис, Новый Звездный и пр.).

Имплицитно положения социоэкономики присутствуют в документах стратегического планирования субъектов РФ, четко прослеживаются в национальных проектах, заложены в целом ряде концепций экономической, социально-экономической и общественной географии, а в явном виде успешно применяются в геоситуационном анализе ряда регионов страны (Свердловская область, Пермский край и др.).

Одним из механизмов трансформации традиционной экономики в социоэкономику можно назвать проекты создания территорий опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) и территорий опережающего развития (TOP), которые предназначены повысить роль социальной составляющей региональной эволюции, могут выступить в качестве основы формирования полюсов роста и тиражирования постиндустриальных, инновационных видов деятельности. Во многих регионах страны созданы территории такого рода, где приоритетными являются не только индустриальные виды деятельности, но и разнообразные образовательные, научные, туристические и пр. услуги. Интересно, что первоначально TOP как пилотные проекты возникали на Востоке страны, продвигаясь на запад через старопромышленные регионы Сибири и Урала с начала 2010-х гг. Так, в Пермском крае с 2015 г. начали действовать две такие территории – Чусовская и Нытвенская ТОСЭР.

ТОСЭР представляет собой конкретное пространственное образование, в рамках которого формируется эффективная социоэкономика, нацеленная на развитие и функционирование как отраслей-флагманов, так и обеспечивающих, сопутствующих и дополняющих видов деятельности, в том числе социальных. Преобразование территорий в TOP и ТОСЭР свидетельствует не только об экономических приоритетах их функционирования, но и об усилении их социальной направленности, участии в решении задач создания комфортной среды, повышения уровня и качества жизни населения [3]. Правда, как показал анализ эффективности функционирования ТОРов на Дальнем Востоке, этот результат не всегда может быть однозначно оценен. По мнению Пакратова А.А. и других, «...Социальная эффективность TOP значительно уступает их уровню влияния на параметры инвестиционной активности» [16].

Необходимо отметить, что это было особенно важно для Пермского края, где сохраняется ведущая роль ресурсоэксплуатирующих отраслей и высокая доля малых городов с моноспециализацией на традиционных промышленных производствах. Современная социально-экономическая ситуация показала сложность реализации и определенную несостоятельность данных сценариев, что актуализирует применение программно-целевого метода к территориальному управлению в целях устойчивого развития Прикамья.

Для моделирования отраслевой специализации региона, выявления его конкурентных преимуществ и обоснования стратегии экономического развития принято использовать методики, основанные на вычислении

Экономическая, социальная и политическая география
Балина Т.А., Столбов В.А.

разного рода коэффициентов. Широкое признание у экономико-географов и экономистов получила методика, предложенная Кистановым В.В. [7]. Методика расчета этих коэффициентов, признанная в качестве индексного метода определения отраслей специализации, позволяет выявить приоритетные для региона виды деятельности. Последнее учитывает вовлеченность в международное и межрегиональное разделение труда. В качестве примера подчеркнем, что коэффициенты душевого производства позволили уточнить конкурентоспособность отраслей промышленности Пермского края. Коэффициенты выявляют соотношение удельного веса отрасли экономики региона по стоимости произведенной продукции, численности занятого персонала, стоимости основных производственных фондов в соответствующей отрасли страны к доле населения региона. Полученный на основе коэффициентов интегральный показатель отражает ролевое участие региона в экономике страны в целом и его влияние на развитие сопредельных территорий. Ведущую роль в экономике Прикамья играют отрасли цветной металлургии, химическая промышленность, лесопромышленный и машиностроительный комплексы, получившие максимальные коэффициенты.

Рассматривая перспективы развития Пермского края в свете концепции устойчивого развития и формирования социоэкономики важно оценить особенности геоэкономического положения и связанные с ним конкурентные преимущества и риски. Прикамье – срединный регион, а многие проблемы внутренних (внутриконтинентальных) регионов схожи с проблемами стран, не имеющих выхода к морю. Как известно, отсутствие выхода к мировому океану снижает возможность международных контактов (примерно 9/10 мировых грузовых перевозок осуществляется дешевым морским транспортом), затрудняет логистику, препятствует выходу на мировые рынки.

Опыт зарубежных и российских внутренних регионов подсказывает необходимость поиска эффективной рыночной ниши, четкое позиционирование в системе территориального разделения труда. Для внутренних территорий такой предпосылкой могут служить преимущества транзитного положения, наличие природных ресурсов, развитие сферы услуг (образовательных, инновационных, финансовых, туристических и др.).

Уникальность и длительная замкнутость подобных территорий может быть трансформирована и актуализирована в реальных инвестиционных потоках с помощью средств и методов «мягкой силы» в культурном, этническом, спортивном, креативном, информационном и других глобальных пространствах. Образ далекой, богатой, таинственной, неизведанной и самобытной страны – хорошая основа для формирования мощных символических, нематериальных активов государства [22].

Для Пермского края с его сложной транспортной системой (сочетание речного, железнодорожного, автомобильного и трубопроводного видов транспорта), богатейшими запасами нерудного сырья и топливных ресурсов, сложнейшей отраслевой структурой промышленности, научно-образовательной базой и туристическими возможностями внутреннее положение не является препятствием для развития. Оно компенсируется вышеперечисленными преимуществами. Кроме того, как свидетельствуют глобальные тренды общественного развития, сырьевая и старопромышленная специализация, характерная чаще для внутренних районов, не является непреодолимым барьером для эффективной социально-экономической эволюции. С одной стороны, разумное распоряжение природной рентой позволило этим территориям создать и умело поддерживать благополучное общество, а с другой – успешно диверсифицировать экономику, дополняя и обогащая ее перспективными видами деятельности (финансы, туризм, строительство и т.д.). В качестве примера можно привести результаты функционирования целевых внебюджетных фондов, помогающих сгладить последствия «сырьевого проклятия» в ряде стран: пенсионный фонд Норвегии, фонд Аляски, стабилизационный медный фонд Чили, университетский фонд Техаса, Австралийский фонд «Будущих поколений», фонды канадских провинций Альберты, Квебека и т.д. [23].

Таким образом, внутреннее положение и высокая доля ресурсоэксплуатирующих отраслей в экономике Пермского края не должны являться тормозящим фактором для перехода к устойчивому развитию и формированию социоэкономики.

Выводы

Региональная социоэкономика сталкивается с двумя взаимосвязанными задачами. Первая – усиление процессов регионального саморазвития и самоуправления, нацеленность на самодостаточность и максимальную замкнутость производственных циклов в границах территории. Вторая – сохранение целостности экономического и социального пространства страны, обеспечение однородности условий для экономического развития, стирание диспропорций и выравнивание уровня жизни населения во всех регионах. ТERRITORIALНЫЕ контрасты социально-экономического развития проявляются в асимметрии «богатых» и «бедных» субъектов. К первым относятся Москва, Тюменская, Свердловская области, Красноярский край и другие субъекты с высокими показателями ВРП в целом и на душу населения, с высоким уровнем урбанизации и ресурсодобывающей экономикой. Пермский край, относящийся к старопромышленным регионам со среднероссийским уровнем урбанизации, попадает в группу «условных» доноров, располагаясь в середине рейтинга субъектов. Группа «бедных» регионов включает Дагестан, Адыгею, Калмыкию, Тыву и другие территории-реципиенты с преобладанием сельской системы расселения и низкой долей промышленного производства в региональном валовом продукте.

Одно из приоритетных направлений устойчивого развития экономики старопромышленного региона – это его сбалансированное развитие, понимаемое нами как, во-первых, пропорциональное сочетание традиционных и новых отраслей экономики, во-вторых, как гармоничное развитие экономики и социальной сферы. Концепция

Экономическая, социальная и политическая география
Балина Т.А., Столбов В.А.

региональной социоэкономики нацеливает на то, что успехи экономического развития необходимо оценивать через социальные параметры, отражающие уровень и качество жизни населения. В рамках данной статьи не стояло задачи раскрывать методики и подходы этих исследований, но подчеркнем, что Пермская географическая школа обладает богатым опытом изучения жизнедеятельности населения и его благополучия посредством различных критериев и индикаторов.

Библиографический список

1. Анимич Е.Г., Иванецкий В.П., Пешина Э.В. В поисках новой парадигмы регионального развития. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 108 с. ISBN: 5-7651-1575-0 EDN: QISMVT
2. Балина Т.А., Конышев Е.В. Общественная география и региональная экономика: функции «перекрестного опыта». Развитие парадигмальных идей в отечественной региональной экономике: монография / под ред. Я.П. Силина, В.Е. Ковалева. Екатеринбург: УрГЭУ, 2022. С. 54–67. EDN: CICXYK
3. Балина Т.А., Мельников Е.Р., Николаев Р.С., Столбов В.А., Чекменева Л.Ю. Территории опережающего развития как механизм управления старопромышленным регионом // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2022. Т. 8, № 3. С. 3–17. EDN: IKEKZG
4. Гранберг А.Г. Основы региональная экономика. М.: ГУ ВШЭ, 2000. 495 с.
5. Дотационные регионы России в 2023 году. URL: <https://novomoscow.ru/info/dotacionnye-regiony-rossii/?ysclid=ls7sfup0h286651698> (дата обращения 21.12.2024)
6. Закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 № 172-ФЗ (в редакции от 13.07.2024 № 177-ФЗ). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/?ysclid=m879zu5lq5273433201 (дата обращения: 12.03.21025)
7. Кистанов В.В., Копылов Н.В. Региональная экономика России: учебник для вузов. М.: Финансы и статистика, 2003. 577 с.
8. Ковалев Ю.Ю., Соболев А.О., Степанов А.В. и др. От старопромышленного к инновационному региону ЕС: процессы трансформации экономики Рурской области ФРГ. Екатеринбург: Изд-во Уральск. ун-та, 2022. 134 с.
9. Комар И.В. Рациональное использование природных ресурсов и ресурсные. М.: Наука, 1975. 210 с.
10. Концепция общенациональной системы выявления и развития молодых талантов (утв. Президентом РФ 03.04.2012 № Пр-827). URL: <https://legalacts.ru/doc/konseptsiya-obshchenatsionalnoi-sistemy-vyjavlenija-i-razvitiya-molodykh/?ysclid=m8brfjcnmv236180244/> (дата обращения: 12.03.21025)
11. Коробейников А.М. Методологические основы и методика исследования социальной эффективности регионального развития: препринт. Екатеринбург: УрОРАН, 2002. 53 с.
12. Маслоу А. Мотивация и личность. СПб: Питер, 2009. 351 с.
13. Меркушев С.А. К вопросу о преобразовании исторического ядра города Перми // Географический вестник. 2018. № 3 (46). С. 38–45. DOI: 10.17072/2079-7877-2018-3-38-45 EDN: YBKAST
14. Миролюбова Т.В., Николаев Р.С. Цифровая экономика и цифровая трансформация региональной экономики: измерение и особенности // Вестник Пермского университета. Серия Экономика. 2024. Т. 19, № 3. С. 340–354. DOI: 10.17072/1994-9960-2024-3-340-354 EDN: XMIQWI
15. Олпорт Г. Становление личности. М.: Смысл, 2002. 461 с.
16. Панкратов А.А., Кувшинова Е.А., Галстян Л.С. Количественная оценка социально-экономического потенциала территорий опережающего развития регионов Дальневосточного федерального округа // Проблемы прогнозирования. 2021. № 4 (187). С. 100–109. DOI: 10.47711/0868-6351-187-100-109 EDN: IFAMCSB
17. Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2024 № 4146-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_495567/ (дата обращения: 12.03.21025)
18. Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов RAEX за 2020 год. URL: https://web.archive.org/web/20240113184904/https://raex-rr.com/regions/investment_appeal/investment_potential_of_regions/2020/analytics/regions2020/ (дата обращения: 13.02.2025)
19. Роджерс К.Р. Становление личности. Взгляд на психотерапию. М.: ИОИ, 2017. 237 с.
20. Родоман Б.Б. Экологический потенциал административных границ // Региональные исследования. 2022. № 3 (77). С. 54–59. DOI: 10.5922/1994-5280-2022-3-5 EDN: AFIDWJ
21. Столбов В.А. Межрегиональные, межведомственные и корпоративно-общественные отношения – предпосылка устойчивого развития Арктической зоны России // Малышевские чтения. Устойчивое развитие: geopolитическая трансформация и национальные приоритеты: материалы XIX Международного конгресса. М., 2023. Т. 1.С. 424–437. EDN: ENBJKU
22. Столбов В.А., Шарыгин М.Д. Региональный капитал: монография. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2016. 530 с. EDN: AROVGK
23. Столбов В.А. Российские регионы в социально-экономическом пространстве страны и мира. / Пространственная организация общества: теория, методология, практика: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Т.В. Субботиной, Л.Б. Чупиной. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2018. С. 29–35. URL: www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/prostranstvennaya-organizaciya-obshhestva.pdf. EDN: UEQJAJ
24. Сухих В.А. Развитие теоретико-методологических основ формирования социоэкономики в пространстве региона: автореферат дисс. на соиск. уч. ст. докт. экон. наук. Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, 2009. 41 с. EDN: QEAPNL
25. Трофимов А.М., Шарыгин М.Д. Общая география (Вопросы теории и методологии): монография. Пермь: Перм. гос. ун-т, 2007. 494 с.
26. Ткаченко А.А., Территориальная общность в региональном развитии и управлении. Тверь, 1995. 155 с.

Экономическая, социальная и политическая география
Балина Т.А., Столбов В.А.

27. Урасова А.А. Условия цифровизации экономики как основа управления развитием пространственно-отраслевой структуры региона // Научные труды Вольного экономического общества России. 2022. Т. 234, № 2. С. 87–106. DOI: 10.38197/2072-2060-2022-234-2-87-106 EDN: POXYMS

28. Фалин И.О., Власова Н.Ю. Сфера культуры на стыке креативной экономики и региональных экономических теорий // Креативная экономика. 2024. Т. 18, № 11. С. 2937–2950. DOI: 10.18334/ce.18.11.122104 EDN: WWHFG

29. Цели в области устойчивого развития. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 12.03.21025)

30. Шарыгин М.Д., Столбов В.А. Территориальные аспекты модернизации традиционно-индустриальных регионов России // Региональные исследования. 2006. № 3 (9). С. 3–11. EDN: NDPFZN

References

1. Animitsa, E.G., Ivanitsky, V.P., Peshina, E.V. (2005), In Search of a New Paradigm of Regional Development. Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 108 p. ISBN: 5-7651-1575-0 [In Russian]
2. Balina, T.A., Konyshhev, E.V. (2022), Social Geography and Regional Economy: Functions of “Cross-Pollination”. Development of Paradigmatic Ideas in the Domestic Regional Economy: monograph / edited by Ya. P. Silin, V. E. Kovaleva. Ural State University of Economics. Ekaterinburg: USUE. 346 p. P. 54-67. [In Russian]
3. Balina, T.A., Melnikov, E.R., Nikolaev, R.S., Stolbov, V.A., Chekmeneva, L.Yu. (2022), Territories of advanced development as a mechanism for managing an old industrial region // Scientific notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky. Geography. Vol. 8. No. 3. Pp. 3-17. [In Russian]
4. Granberg, A.G. (2000), Fundamentals of regional economics. Moscow: State University Higher School of Economics. 495 p. [In Russian]
5. Subsidized regions of Russia in 2023. [Electronic resource]: URL: <https://novomoscow.ru/info/dotacionnye-regiony-rossii/?ysclid=ls7sfup0h286651698> Date of access 12.21.2024. [In Russian]
6. Law "On Strategic Planning in the Russian Federation" dated 28.06.2014 N 172-FZ (as amended on 13.07.2024 N 177-FZ). [Electronic resource]: URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/?ysclid=m879zu5lq5273433201. Date of access: 12.03.21025. [In Russian]
7. Kistanov, V.V., Kopylov, N.V. (2003), Regional economy of Russia: Textbook for universities. Moscow: Finance and statistics. 577 p. [In Russian]
8. Kovalev, Yu.Yu., Sobolev, A.O., Stepanov, A.V. and others. (2022), From an old industrial to an innovative region of the EU: processes of transformation of the economy of the Ruhr region of Germany. Ekaterinburg: Uralsk Publishing House. Univ. 134 p. [In Russian]
9. Komar, I.V. (1975), Rational use of natural resources and resource, Moscow: Science. 210 p. [In Russian]
10. The concept of a national system for identifying and developing young talents (approved by the President of the Russian Federation on 03.04.2012 N Pr-827). [Electronic resource]: URL: <https://legalacts.ru/doc/konseptsija-obshchenatsionalnoi-sistemy-vyjavlenija-i-razvitiya-molodykh/?ysclid=m8brfjcnmv236180244/> Date of access: 12.03.21025. [In Russian]
11. Korobeynikov, A.M. (2002), Methodological foundations and methodology for studying the social efficiency of regional development / Prep. Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 53 p. [In Russian]
12. Maslow, A. (2009), Motivation and personality. St. Petersburg: Piter. 351 p.
13. Merkushev, S.A. (2018), On the issue of transforming the historical core of the city of Perm. *Geographical Bulletin*. No. 3 (46). P. 38-45. DOI: 10.17072/2079-7877-2018-3-38-45 EDN: YBKAST [In Russian]
14. Mirolyubova, T.V., Nikolaev, R.S. (2024), Digital economy and digital transformation of the regional economy: measurement and features. *Bulletin of Perm University. Series: Economics*. Vol. 19. No. 3. P. 340-354. DOI: 10.17072/1994-9960-2024-3-340-354 EDN: XMIQWI [In Russian]
15. Allport, G. (2002), Formation of personality. M: Smysl. 461 p. [In Russian]
16. Pankratov A.A., Kuvшинова Е.А., Галстян Л.С. (2021), Quantitative assessment of the socio-economic potential of the territories of advanced development of the regions of the Far Eastern Federal District // Problems of Forecasting. No. 4 (187). P. 100-109. DOI: 10.47711/0868-6351-187-100-109. [In Russian]
17. Order of the Government of the Russian Federation of 28.12.2024 N 4146-r "On approval of the Strategy for spatial development of the Russian Federation for the period up to 2030 with a forecast up to 2036". [Electronic resource]: URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_495567/ Date of access: 12.03.21025. [In Russian]
18. RAEX Rating of Investment Attractiveness of Regions for 2020. [Electronic resource]. URL: https://web.archive.org/web/20240113184904/https://raex-rr.com/regions/investment_appeal/investment_potential_of_regions/2020/analytics/regions2020/ Date of access: 13.02.2025. [In Russian]
19. Rogers, K.R. (2017), Formation of personality. A look at psychotherapy. Moscow: IOI, 2017. 237 p. [In Russian]
20. Rodoman, B.B. (2022), Ecological potential of administrative borders // Regional studies. No. 3 (77). P. 54–59. DOI: 10.5922/1994-5280-2022-3-5 [In Russian]
21. Stolbov, V.A. (2023), Interregional, interdepartmental and corporate-public relations - a prerequisite for sustainable development of the Arctic zone of Russia / Malyshev readings. Sustainable development: geopolitical transformation and national priorities. Proceedings of the XIX International Congress. Vol. 1. Moscow. P. 424-437. [In Russian]
22. Stolbov, V.A., Sharygin, M.D. (2016), Regional capital. Monograph, Perm. state national research university. Perm. 530 p. [In Russian]
23. Stolbov, V.A. (2018), Russian regions in the socio-economic space of the country and the world. / Spatial organization of society: theory, methodology, practice [Electronic resource]: collection of materials of the international. scientific-practical. conf. / edited by T.V. Subbotina, L.B. Chupina; Perm. state national research university. Perm. Pp. 29-35. URL: www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/prostranstvennaya-organizaciya-obshhestva.pdf. [In Russian]

Экономическая, социальная и политическая география
Балина Т.А., Столбов В.А.

24. Sukhikh, V.A. (2009), Development of theoretical and methodological foundations for the formation of socioeconomics in the regional space. Abstract of dissertation. For the candidate's degree of Doctor of Economics / Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Ekaterinburg, 41 p. [In Russian]
25. Trofimov, A.M., Sharygin, M.D. (2007), General geography (Questions of theory and methodology): monograph. Perm. state univ. Perm. 494 p. [In Russian]
26. Tkachenko, A.A. (1995), Territorial community in regional development and management. Tver. 155 p. [In Russian]
27. Urasova, A.A. (2022), Conditions of digitalization of the economy as a basis for managing the development of the spatial-sectoral structure of the region // Scientific works of the Free Economic Society of Russia. Vol. 234. No. 2. Pp. 87–106. DOI: 10.38197/2072-2060-2022-234-2-87-106 [In Russian]
28. Falin, I.O., Vlasova, N.Yu. (2024), The sphere of culture at the intersection of the creative economy and regional economic theories // Creative Economy. Vol. 18. No. 11. Pp. 2937-2950. DOI: 10.18334/ce.18.11.122104 [In Russian]
29. Sustainable Development Goals. [Electronic resource]: URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> Date of access: 12.03.21025. [In Russian]
30. Sharygin, M.D., Stolbov, V.A. (2006), Territorial aspects of modernization of traditionally industrial regions of Russia // Regional studies. No. 3 (9). P. 3-11. [In Russian]

Статья поступила в редакцию: 31.12.24, одобрена после рецензирования: 21.03.25, принята к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 31 December 2024; approved after review: 21 March 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Татьяна Анатольевна Балина

кандидат географических наук, доцент кафедры социально-экономической географии,
Пермский государственный национальный
исследовательский университет;
614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: t_balina@mail.ru

Вячеслав Алексеевич Столбов

кандидат географических наук, доцент кафедры социально-экономической географии,
Пермский государственный национальный
исследовательский университет;
614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: Stolbov210857@mail.ru

Information about the authors

Tatiana A. Balina

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor,
Department of Socio-Economic Geography,
Perm State University;
15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia

Vyacheslav A. Stolbov

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor,
Department of Socio-Economic Geography,
Perm State University;
15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia

Вклад авторов

Балина Т.А. – идея, сбор и обработка материала, написание статьи.

Столбов В.А. – теоретическое обоснование, научное редактирование материала

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Contribution of the authors

Tatiana A. Balina – the idea; material collection and processing; writing of the article.

Vyacheslav A. Stolbov – theoretical substantiation; scientific editing of the material.

The authors declare no conflict of interest.

Экономическая, социальная и политическая география
Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О.

Научная статья

УДК 314.7+911.3

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-40-49

EDN: ZZBSJZ



РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ И РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

Наталья Александровна Щитова¹, Виталий Семенович Белозеров², Виктория Олеговна Есикова³

^{1, 2, 3} Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

¹ stavgeo@mail.ru Scopus Author ID: 6602786751, ORCID: 0000-0002-3709-953X, ResearcherID: ABA-1080-2021

² vsbelozerov@yandex.ru Scopus Author ID: 24464148100, ORCID: 0000-0002-2627-657X

³ esikova.v@mail.ru Scopus Author ID: 57363115900, ORCID: 0009-0008-7201-5208, ResearcherID: JTD-1866-2023

Аннотация. Студенческая миграция рассматривается как важный ресурс социально-экономического развития периферийных территорий России. Ставропольский край и Республика Дагестан представляют собой примеры южнороссийских регионов с разным характером демографического и миграционного развития. Цель исследования – провести сравнительный анализ и выявить особенности миграционного поведения студентов на примере этих регионов. Информационная база включает данные официальной статистики и социологического опроса, проведенного онлайн с помощью интерактивной анкеты в 2023–2024 гг. Полученная информация интегрирована в базу данных. Все показатели разделены на блоки и имеют пространственную привязку. Проанализированы и выявлены особенности выбора вуза и места жительства после получения высшего образования разными категориями студентов. Выбор вуза во многом зависит от его месторасположения относительно места проживания, разнообразия направлений подготовки и возможности получить желаемую специальность, известности и престижности вуза. Установлено, что ключевым выталкивающим фактором для молодых специалистов является низкий уровень заработных плат. Кроме этого, на желание покинуть место обучения оказывают влияние сложности в трудоустройстве по специальности, неблагоприятная экологическая ситуация, неблагоустроенность и невысокое качество городской среды. Показаны различия в привлекательности вузов Ставропольского края и Дагестана. Указывается необходимость целенаправленной работы по повышению конкурентоспособности региональных вузов. Отмечены наиболее важные выталкивающие и притягивающие факторы, особое внимание уделено привлечению иностранных выпускников.

Ключевые слова: миграция, студенты, молодежь, социологический опрос, Республика Дагестан, Ставропольский край

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 23-27-00056.

Для цитирования: Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О. Региональные особенности миграции студенческой молодежи в Ставропольском крае и республике Дагестан // Географический вестник=Geographical bulletin, 2025. № 3(74). С. 40–49. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-40-49. EDN: ZZBSJZ

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-40-49

EDN: ZZBSJZ

REGIONAL FEATURES OF STUDENT MIGRATION IN STAVROPOL KRAI AND THE REPUBLIC OF DAGESTAN

Nataliya A. Shchitova¹, Vitaly S. Belozerov², Viktoriya O. Esikova³

^{1, 2, 3} North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

¹ stavgeo@mail.ru, Scopus Author ID: 6602786751, ORCID: 0000-0002-3709-953X, ResearcherID: ABA-1080-2021

² vsbelozerov@yandex.ru, Scopus Author ID: 24464148100, ORCID: 0000-0002-2627-657X

³ esikova.v@mail.ru, Scopus Author ID: 57363115900, ORCID: 0009-0008-7201-5208, ResearcherID: JTD-1866-2023

Abstract. Student migration is an important resource for the socio-economic development of the peripheral territories of Russia. Stavropol Krai and the Republic of Dagestan are examples of southern Russian regions with different characteristics of demographic and migration dynamics. The study aims to conduct a comparative analysis and identify the features of student migration behavior using these regions as an example. The information base includes official statistics and a sociological survey carried out online in 2023–2024 using an interactive questionnaire. The information



© 2025 Щитова Н. А., Белозеров В. С., Есикова В. О. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы ознакомиться с условиями этой лицензии, перейдите по ссылке <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Экономическая, социальная и политическая география
Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О.

obtained has been integrated into a database. All indicators are divided into blocks and have a spatial reference. The paper analyzes the choice of a university and place of residence after receiving higher education by different categories of students. The choice of a university largely depends on its location relative to the student's place of residence, on the variety of areas of training available and the possibility to be trained in the desired specialty, on the fame and prestige of the university. The study has found that the key push factor for young professionals is low wages. In addition, the desire to leave the place of study is affected by difficulties in finding employment in the specialty, unfavorable environmental conditions, poor development and low quality of the urban environment. The paper shows differences in the attractiveness of universities in Stavropol Krai and Dagestan, demonstrates the need for targeted work to improve the competitiveness of regional universities. The most important push and pull factors are noted, with special attention paid to attracting foreign graduates.

Keywords: migration, students, youth, sociological survey, Republic of Dagestan, Stavropol Krai

Funding: the study was carried out with the financial support from the Russian Science Foundation, scientific project No. 23-27-00056.

For citation: Shchitova, N.A., Belozerov, V.S., Esikova, V.O. (2025). Regional features of student migration in Stavropol Krai and the Republic of Dagestan. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 40–49. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-40-49. EDN: ZZBSJZ

Введение

В условиях устойчивого сокращения трудового потенциала страны миграция студенческой молодежи – один из инструментов сохранения и восполнения демографических, трудовых ресурсов территории. Особенно это важно для периферийных территорий страны, теряющих трудоспособное население, в том числе за счет оттока выпускников вузов. Проблема сохранения демографического потенциала характерна для всех южнороссийских территорий, но острота ее проявления неодинакова в регионах с различными демографическими параметрами.

Ставропольский край и Дагестан представляют собой примеры регионов, существенно различающихся в демографическом отношении. Основной прирост численности населения в Ставропольском крае достигается за счет преобладания миграционного прироста над естественной убылью, на формирование которого влияет, в первую очередь, межрегиональная миграция (+2 тыс. чел. и -0,5 тыс. чел. в 2023 г.) (рис. 1).

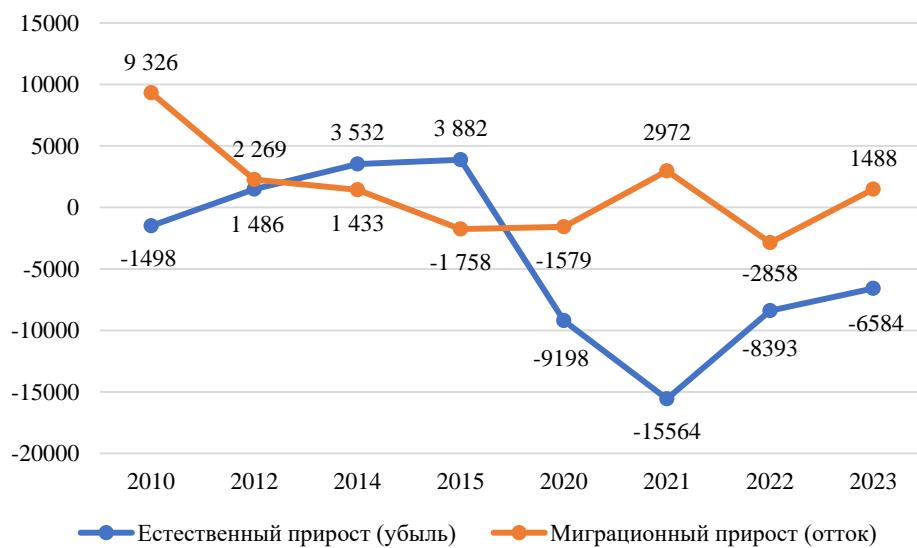


Рис. 1. Естественный и миграционный прирост населения Ставропольского края в 2010–2023 гг., чел.
Источник: составлено авторами по данным [17]

Fig. 1. Natural population growth and migration-based growth of the population in Stavropol Krai in 2010–2023, people. Source: compiled by authors from [17]

Возрастная структура миграционного прироста подтверждает предположение о том, что пополнение населения края обеспечивается за счет переезда сюда пожилых граждан (вероятно, из северных территорий страны) и возрастной когорты 20–24, т.е. молодежи студенческого возраста, прибывающей для получения профессионального образования. Однако после получения профессионального образования многие молодые люди покидают регион (рис. 2).

Экономическая, социальная и политическая география
Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О.

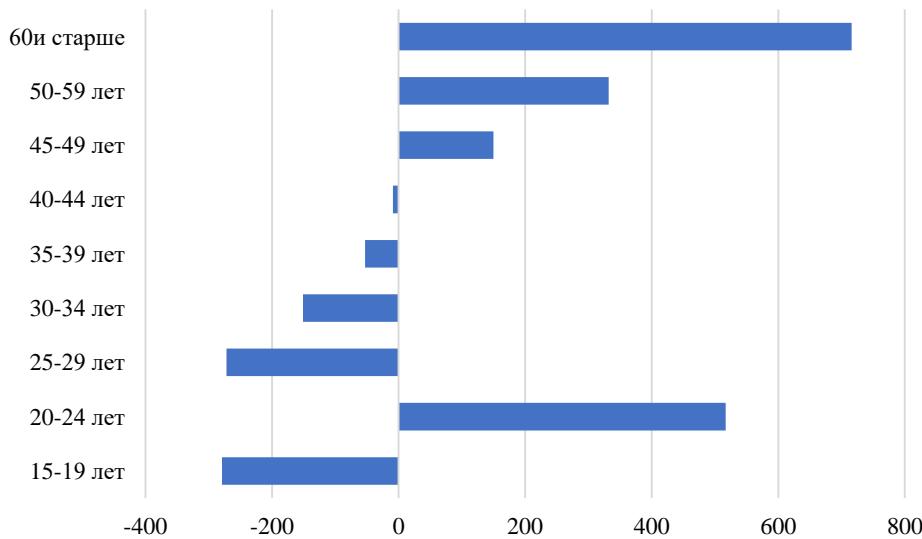


Рис. 2. Возрастная структура миграционного прироста населения Ставропольского края в 2023 г., чел.

Источник: составлено авторами по данным [10]

Fig. 2. Age structure of the migration-based growth of the population in Stavropol Krai in 2023, people.

Source: compiled by authors from [10]

Рост численности населения в Республике Дагестан происходит за счет высокого естественного прироста, который значительно превышает устойчивую миграционную убыль (рис. 3).

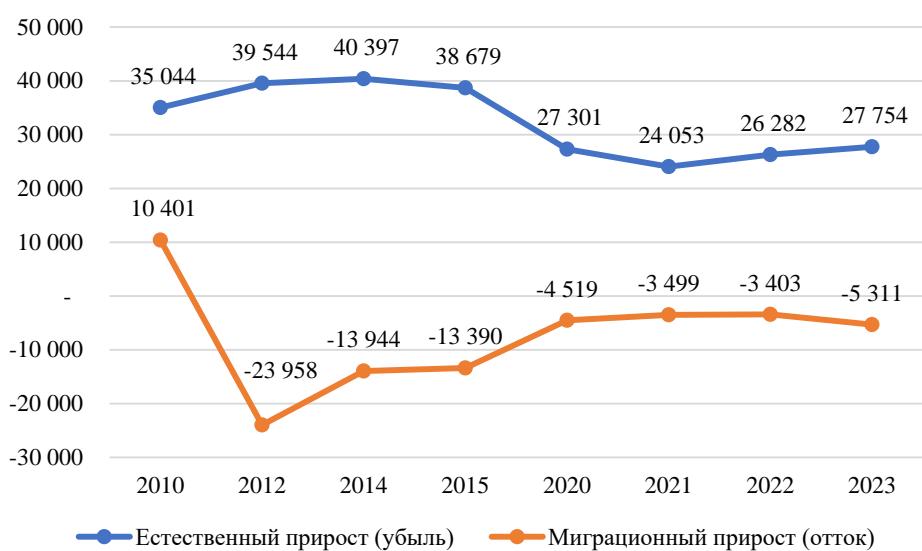


Рис. 3. Естественный и миграционный прирост населения Республики Дагестан в 2010–2023 гг., чел.

Источник: составлено авторами по данным [17]

Fig. 3. Natural population growth and migration-based growth of the population in the Republic of Dagestan in 2010–2023, people. Source: compiled by authors from [17]

Симптоматично, что отток населения характерен для всех возрастных групп, но наиболее существен для самой важной в социально-демографическом отношении когорты от 25 до 40 лет. Наименьший отток отмечается в возрастной группе 20–24 г., т.е. среди студентов (рис. 4).

Цель данного исследования – провести сравнительный анализ и выявить особенности миграционного поведения студентов в Ставропольском крае и Республике Дагестан.

Экономическая, социальная и политическая география
Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О.

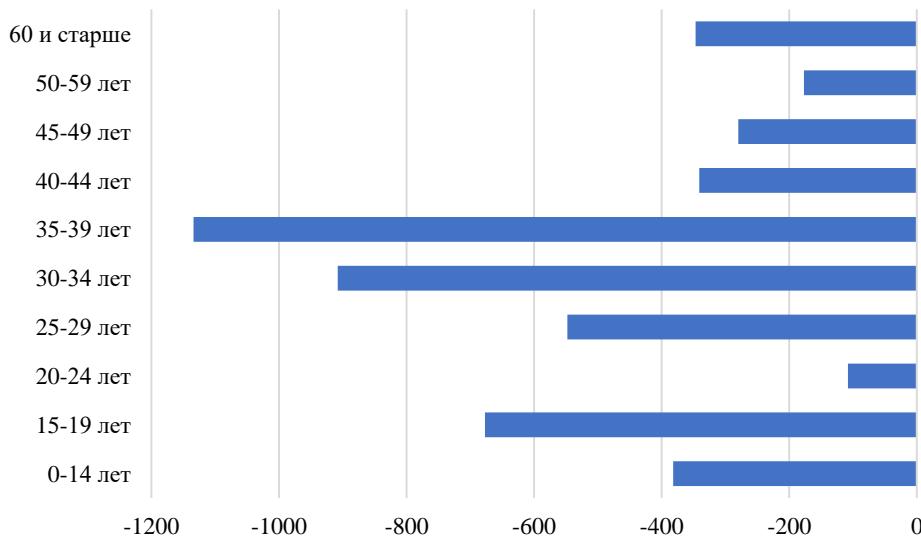


Рис. 4. Возрастная структура миграционного прироста населения Республики Дагестан в 2023 г., чел.

Источник: составлено авторами по данным [10]

Fig. 4. Age structure of the migration-based growth of the population in the Republic of Dagestan in 2023, people.
Source: compiled by authors from [10]

Исследования молодежной, в частности, студенческой миграции довольно многочисленны как в России, так и за рубежом. Многие ученые отмечают повышенную миграционную активность в возрасте 18–24 и 25–34 лет. Габдрахманова Н.К., Никифорова Н.Ю., Лешукова О.В. объясняют этот факт тем, что «в миграции молодежи есть два существенных пика: первый вызван выбором образовательного учреждения, второй – выбором места работы» [9]. Мкртчян Н.В. выявил наиболее выраженные территориальные особенности миграции молодежи в российских регионах: миграция молодежи носит четко выраженный центр-периферийный характер, а миграционные потоки направлены из периферийных поселений к региональным центрам; отток молодежи связан с выездом на учебу, а возвратная миграция после получения образования незначительна [13].

В исследовании Габдрахманова Н.К., Карабуриной Л.Б., Мкртчяна Н.В. и Лешукова О.В. (2022) показано влияние оптимизации сети вузов с точки зрения образовательной миграции молодежи в городах, различающихся по численности населения. В процессе ликвидации неэффективных вузов и сокращения их числа в основном в малых и средних городах и концентрации вузов в крупнейших городах страны оптимизация способствует усилению центростремительной миграции молодежи [8].

В числе факторов, определяющих миграционные настроения выпускников вузов, выступают: уровень заработной платы, уровень бедности и безработицы, развитость культурной среды, инновационная активность бизнеса [4]. При этом большинство выпускников, в том числе иногородних студентов, стремятся остаться в крупных образовательных центрах по окончании вуза [7].

Имеются примеры изучения миграционного поведения молодежи на региональном уровне. Например, в исследовании по Кузбассу показано, что молодежь стремится уехать из родного региона для продолжения обучения, среди причин оттока называются отсутствие перспектив для личностного и профессионального роста, недостаток интересных рабочих мест для успешного трудоустройства, стремление жить в более крупных и комфортных городах, невысокие заработки, неудовлетворительная экологическая ситуация, плохие условия для культурного развития [14]. В работе Тузикова А.Р. и Зинуровой Р.И. (2022) на основе расчета авторского интегрального индекса миграционных настроений проведена классификация основных групп молодежи по действию «удерживающих» и «выталкивающих» факторов в Татарстане [16]. Атаева А. Г. и Уляева А.Г. дают оценку влияния географического положения региональных столиц Приволжского округа на выбор места обучения [6]. Шалаева Н.И. (2015) в качестве фактора международной миграции молодежи в Приморском крае называет знание иностранных языков на профессиональном уровне у выпускников вузов, востребованных в соседних странах – Китае, Японии, Корее, США [18].

Следует отметить немногочисленные публикации, посвященные анализу молодежной миграции в Ставропольском крае и Дагестане, в которых исследуются общие тенденции и проблемы, но не анализируется специфика миграционного поведения разных категорий студентов. В работах Мезиной Е.В. [11, 12] и Алексеевой Е.А. [3] рассмотрены особенности молодежной миграции, а также последствия и значимость этих процессов для социально-экономического развития Ставропольского края. Аналогичные работы выполнены по Дагестану [1, 2, 5].

Экономическая, социальная и политическая география
Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О.

Исследования молодежной (в т.ч. студенческой) миграции довольно актуальны для зарубежной науки и выполняются на разных пространственных уровнях от межстранового до межагломерационного и межгородского: МакХью Р., Морган Дж. (1984) [22], Плейн Д., Хайнс Ф. (2003) [24], Финдли А. (2011) [20]. На страновом уровне изучены отличительные черты внутренней миграции выпускников высших учебных заведений в Голландии [25], особенности миграции молодежи из сельской местности в Австралии [19], факторы миграции молодежи в странах Европейского Союза [26]. Хэдлер М. (2006) в исследовании стран Европейского Союза выявил значительную миграцию молодежи из наиболее отстающих территорий внутри страны [21].

Материалы и методы исследований

Информационная база исследования построена на основе данных официальной статистики Севкавстат [17], ЕМИСС [10] и социологического опроса, проведенного онлайн с помощью интерактивной анкеты в 2023–2024 гг. Выборка включала 920 респондентов из наиболее крупных вузов Ставропольского края (6 вузов) и Республики Дагестан (5 вузов). Социологическое исследование было направлено на получение знания о миграционных установках и миграционном поведении студентов и предполагало получение эмпирической информации, позволяющей разработать аргументированные управленческие решения, связанные с удержанием молодых специалистов в регионах.

Анкета для опроса состояла из четырех частей: трех специализированных и одной стандартной, содержащей информацию о респонденте. Специализированные вопросы направлены на выявление планов на будущее, отношения к месту обучения, выталкивающих и притягивающих факторов.

Полученная в ходе опроса информация интегрирована в базу данных. Все показатели разделены на блоки и имеют пространственную привязку (табл.). Пространственная составляющая БД включает набор пользовательских слоев, содержащих данные о границах федеральных округов, субъектов РФ, муниципальных образованиях и сети населенных пунктов по данным OpenStreetMap [23].

Таблица
Table

Структура базы пространственных данных Источник: составлено авторами
Structure of the spatial database. Source: compiled by authors

№	Наименование поля	Тип поля	Содержание поля
1	wkt_geom	Geometry	Данные о геометрии объекта, координаты точки/узлов полигона
2	ID	Longinteger	Идентификационный номер анкеты
3	Date	Date	Дата создания анкеты
4	University	String	Название вуза
5	City	String	Город вуза
6	oktmo	Longinteger	Код ОКТМО
7	Region	String	Регион
8	state_id	String	Код ISO 3166-2
9	state_id_n	Longinteger	Код региона РФ
10	ADM3_NAME	String	Федеральный округ региона
11	1_Indikator, 2_Indikator ... 40 Indikator	String	Показатели, характеризующие студентов

Результаты исследований и их обсуждение

Планы на будущее у студентов различаются в зависимости от места обучения, предыдущего места жительства. Примерно две трети респондентов определились с выбором места проживания после завершения обучения. Около 20 % в обоих регионах планируют уехать в другой населенный пункт, но примерно столько же хотят остаться, причем доля выбирающих столичный город (Ставрополь или Махачкалу) относительно выше. Но есть и исключения. Так, почти все студенты из Дагестанского технического университета (г. Махачкала) планируют уехать, а студенты из филиала Дагестанского государственного университета в Хасавюрте, напротив, хотят остаться. Довольно большая доля студентов, затруднившихся дать ответ на вопрос о планируемом месте проживания после завершения обучения, свидетельствует о неопределенности их планов и потенциальной возможности воздействии на них для принятия решения (рис. 5).

Некоторые различия выявлены в выборе места будущего жительства между студентами, приехавшими учиться из сельской местности и студентами-горожанами. Значительная доля городских студентов планирует остаться в своем населенном пункте. Особенно это характерно для Ставрополя и Махачкалы, в то же время Невинномысск привлекает своих жителей заметно меньше (рис. 6).

Экономическая, социальная и политическая география
Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О.

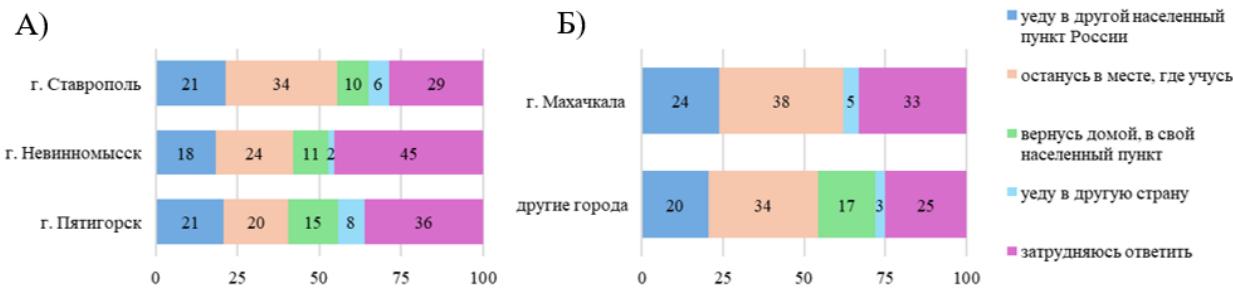


Fig. 5. Answers received from students studying in Stavropol Krai (A) and Dagestan (Б) to the question ‘Where do you plan to live after completing your studies?’ Source: compiled by authors

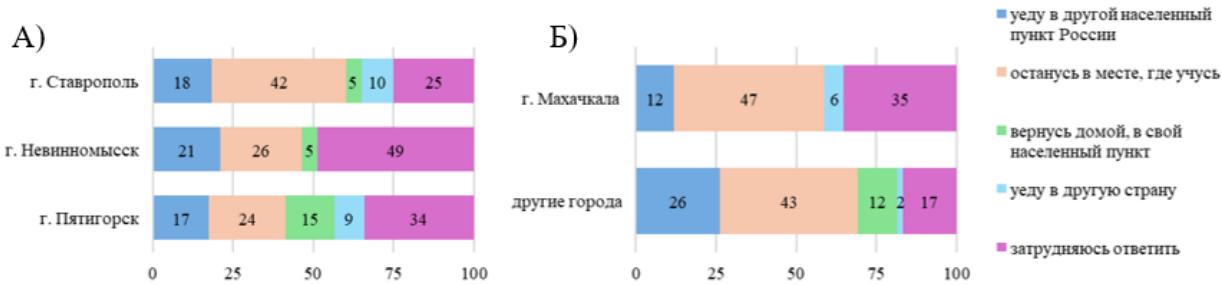


Fig. 6. Answers of urban students studying in Stavropol Krai (A) and Dagestan (Б) to the question ‘Where do you plan to live after completing your studies?’ Source: compiled by authors

Для студентов из сельской местности Ставропольского края притягательность города, в котором они обучаются, ниже, что связано с отсутствием там своего жилья. Сельчане, обучающиеся в Махачкале, вообще не планируют здесь оставаться, при этом другие города (Избербаш, Хасавюрт, Дербент, Буйнакск) могут рассчитывать на небольшое пополнение (рис. 7).

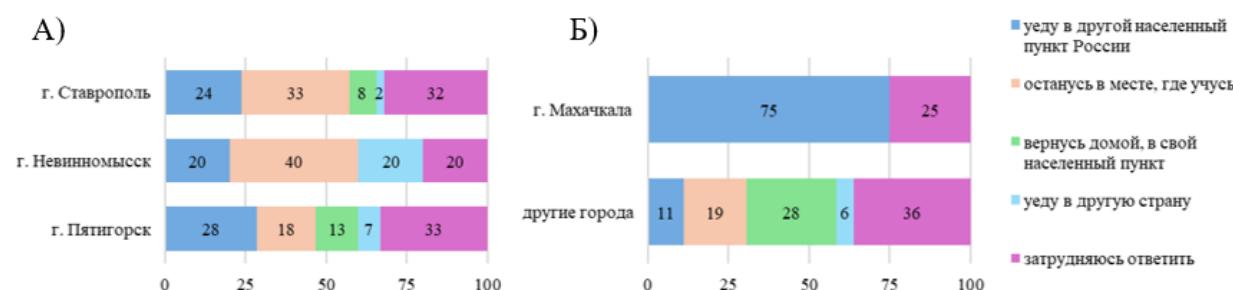


Fig. 7. Responses of students from rural areas of Stavropol Krai (A) and Dagestan (Б) to the question ‘Where do you plan to live after completing your studies?’ Source: compiled by authors

Среди студентов, приезжающих на обучение в вузы Ставропольского края из других регионов России, большинство предполагают после завершения обучения переехать в другой населенный пункт. Небольшая часть выбирают Ставрополь или Пятигорск, но никто не выбрал Невинномысск (рис. 8).

В Ставрополе и Пятигорске обучаются и иностранные студенты. Многие из них намерены остаться в России. Это важный демографический ресурс для страны. Федеральным проектом «Экспорт образования», предусмотрено к 2024 г. обеспечить трудоустройство в российских компаниях не менее 5 % иностранных обучающихся, завершивших обучение по программам высшего образования» [10].

Экономическая, социальная и политическая география
Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О.

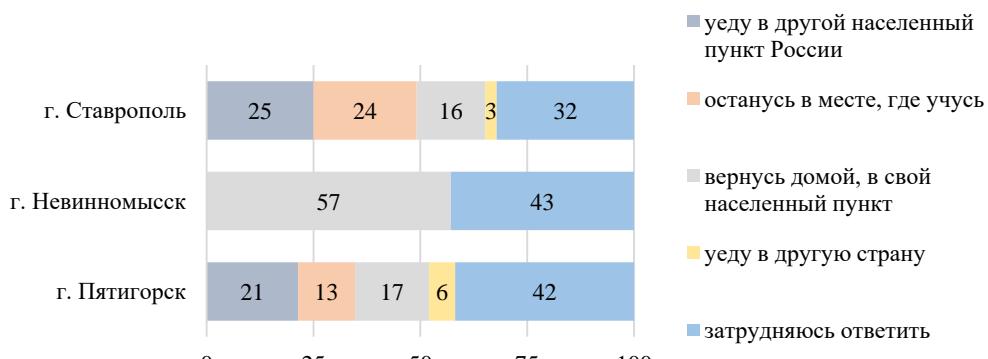


Рис. 8. Ответ иногородних студентов Ставропольского края на вопрос «Где вы планируете жить после завершения обучения?» Источник: составлено авторами
Fig. 8. Answers of out-of-town students studying in Stavropol Krai to the question ‘Where do you plan to live after completing your studies?’ Source: compiled by authors

Важно понять, почему абитуриенты выбирают те или иные места для получения высшего образования, чем они их притягивают и, напротив, почему после получения профессии молодые специалисты покидают город, в котором учились, не остаются здесь жить, а предпочитают уехать в другие места. Выбор вузов в обоих регионах обусловлен сочетанием трех основных факторов: престижностью вуза, возможностью получения нужной специальности и близостью к дому. Т.о. очевидно, что, в первую очередь, молодые люди выбирают вуз, место его расположения также важно, но имеет второстепенное значение. Причем при выборе ставропольских вузов значимость места его расположения несколько выше, чем в Дагестане (рис. 9).

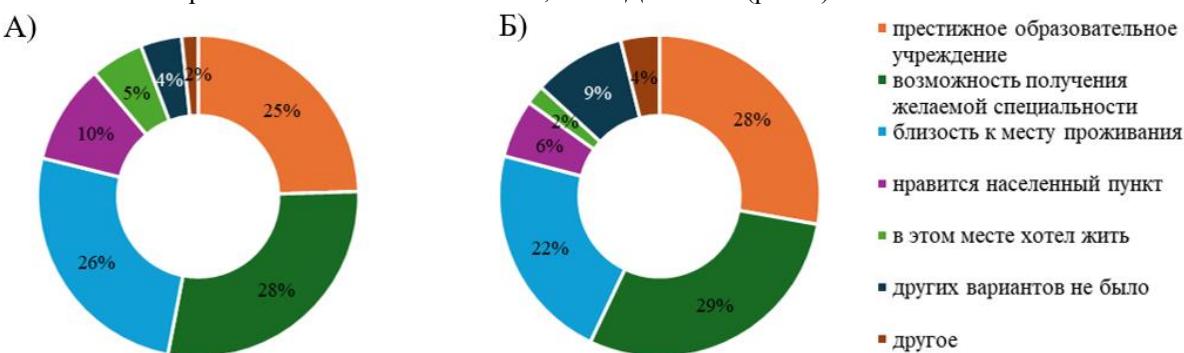


Рис. 9. Структура выбора ставропольских (А) и дагестанских (Б) вузов. Источник: составлено авторами
Fig. 9. Structure of the selection of Stavropol (A) and Dagestan (B) universities. Source: compiled by authors

Однако значимость факторов меняется для молодежи из городской и сельской местности. Для горожан Ставропольского края наиболее важна близость вуза, а для сельчан – возможность получения желаемой специальности и престижность вуза. Городские жители Дагестана, прежде всего, выбирают специальность, а сельские считают свои вузы престижными.

Основные причины принятия решения о смене места жительства носят экономический характер. Молодых специалистов не устраивают главным образом низкие заработные платы, которые даже по официальным данным в Ставропольском крае в 1,5 раза (47 054 рублей), а в Дагестане даже в 2 раза (39 054 рублей) ниже средних по стране (74 854 рублей) [15]. Другие факторы в Ставрополе и Пятигорске носят ограниченный характер. Самым непривлекательным городом выглядит Невинномысск с неблагоприятной экологической ситуацией и недостаточным количеством мест для отдыха молодежи. Выталкивающих факторов в Дагестане еще больше. Кроме низких зарплат, это сложность устроиться по специальности, неблагоустроенность городов, недостаток мест для отдыха и досуга [10].

Экономическая, социальная и политическая география
Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О.

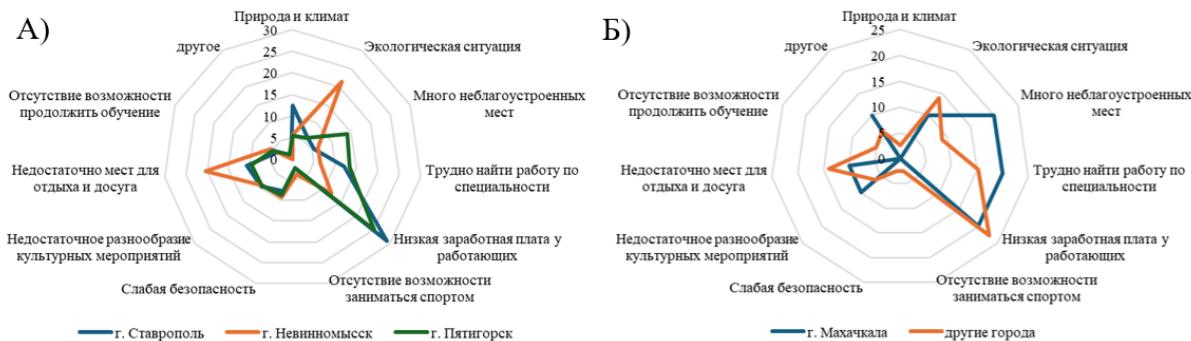


Рис. 10. Ответ на вопрос выпускников ставропольских (А) и дагестанских (Б) вузов
 «Что вам не нравится в населенном пункте, в котором вы обучаетесь?» Источник: составлено авторами
 Fig. 10. Answers of graduates of Stavropol (A) and Dagestan (B) universities to the question
 ‘What do not you like about the locality where you study?’ Source: compiled by authors

Заключение

Достаточно очевидна различная привлекательность вузов Ставропольского края и Дагестана. Контингент студентов ставропольских вузов довольно разнообразен. Кроме местных, здесь обучаются молодые люди из других регионов России и иностранные студенты. В Дагестане студентов из других регионов очень мало, в основном они сосредоточены в исламских высших учебных заведениях.

Одним из важнейших факторов выбора вуза является его престижность, известность, что указывает на необходимость для региональных вузов дальнейшего совершенствования системы повышения конкурентоспособности.

Главный выталкивающий фактор для обоих регионов – низкие зарплаты, а в Дагестане – сложности в трудоустройстве по специальности и неблагоустроенность территории. Кроме этого, в числе факторов, важных для студентов при определении будущего места работы, выступают состояние экологической ситуации, недостаточное число мест для досуга в населенном пункте.

Ставропольские вузы активно включились в экспорт образования и обладают определенным потенциалом для привлечения выпускников из числа иностранных студентов на работу в России.

Библиографический список

1. Абдулманапов П.Г. Роль миграции в обеспечении регионального развития // Вопросы структуризации экономики. 2012. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-migratsii-v-obespechenii-regionalnogo-razvitiya> (дата обращения: 06.11.2024) EDN: PFSHMR
2. Абдулманапов П.Г., Абасова Х.У. Миграция в республике Дагестан как фактор перераспределения рабочей силы // Вопросы структуризации экономики. 2018. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/migratsiya-v-respublike-dagestan-kak-faktor-pereraspredeleniya-rabochey-sily> (дата обращения: 06.11.2024) DOI: 10.24411/1813-3528-2018-00015 EDN: XZLEHZ
3. Алексеева Е.А. Миграция студенческой молодежи в новых экономических условиях: тенденции и социально-демографические последствия (на материалах Ставропольского края): дис. к.г.н. М.: Ин-т соц.-полит. исслед. РАН, 2011. 23 с. EDN: QFQIAT
4. Антосик Л.В., Ивашина Н.В. Факторы и направления межрегиональной миграции выпускников вузов в России // Вопросы образования. М., 2021. № 2. С. 107–125. DOI: 10.17323/1814-9545-2021-2-107-125 EDN: XCUUAK
5. Асриянц К.Г. Состояние и оценка причин миграции в Республике Дагестан // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. 2019. № 11 (38). URL: https://alley-science.ru/sovremenaya_nauka_i_ee_razvitiye_11_38_2019/ (дата обращения: 06.11.2024) EDN: DCPHGD
6. Атаева А.Г., Уляева А.Г. Межрегиональная молодежная миграция как угроза утери человеческого капитала территории (на материалах Республики Башкортостан и регионов Приволжского федерального округа) // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2018. № 44. С. 38–57. DOI: 10.17223/19988648/44/2 EDN: YUNJOP
7. Варшавская Е.Я., Чудиновских О.С. Миграционные планы выпускников региональных вузов России // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2014. № 3. С. 36–58. EDN: SFEVXX
8. Габдрахманов Н.К., Каракурина Л.Б., Мкртычян Н. В., Лешуков О.В. Образовательная миграция молодежи и оптимизация сети вузов в разных по размеру городах // Вопросы образования. М., 2022. № 2. С. 88–116. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-2-88-116 EDN: ANWKLZ
9. Габдрахманов Н.К., Никифорова Н.Ю., Лешуков О.В. «От волги до Енисея...»: образовательная миграция молодежи в России. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. М.: НИУ ВШЭ, 2019. № 5 (26). 48 с.
10. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 05.11.2024)
11. Мезина Е.В. Миграция сельской молодежи в города в контексте социально-экономической безопасности Ставропольского края // Научное обозрение. Серия 1. Экономика и демография. 2010. № 6. С. 61–64. EDN: NDMOIT
12. Мезина Е.В. Причинно-следственная взаимосвязь причин и последствий миграции молодежи из сельской местности Ставропольского края в города // Научное обозрение. Серия 2. Гуманитарные науки. 2011. № 1. С. 19–24. EDN: PLBUYN

Экономическая, социальная и политическая география
Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О.

13. Мкртчян Н.В. Миграция молодежи из малых городов России // Мониторинг общественного мнения: Экономические и социальные перемены. 2017. № 1. С. 225–242. DOI: 10.14515/monitoring.2017.1.15 EDN: YORVWV
14. Морозова Е.А., Кочнева О.П. Миграционные настроения молодежи Кемеровской области – Кузбасса // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия Политические, социологические и экономические науки. 2021. Т. 6, № 3. С. 326–338. DOI: 10.21603/2500-3372-2021-6-3-326-338 EDN: IOVVLU
15. О приоритетном проекте «Экспорт образования». Правительство России. URL: <http://government.ru/info/27864/> (дата обращения: 05.11.2024)
16. Тузиков А.Р., Зинурова Р.И. Молодежная миграция в Республике Татарстан: опыт социально-демографического портретирования // Управление устойчивым развитием, 2022. № 5 (42). С. 75–80. DOI: 10.5542/2499992X_2022_5_75 EDN: DKUAFL
17. Управление Федеральной службы государственной статистики по Северо-Кавказскому федеральному округу. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 05.11.2024)
18. Шалаева Н.И. Безработица и миграция молодежи в Приморском крае // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2015. № 4 (33). С. 159–161. EDN: VKAVTX
19. Argent N., Walmsley J. Rural Youth Migration Trends in Australia: an Overview of Recent Trends and Two Inland Case Studies. *Geographical Research*. 2008. Vol. 46, No. 2. P. 139–152.
20. Findlay A.M. An Assessment of Supply and Demand-Side Theorizations of International Student Mobility // *International Migration*. 2011. No. 49 (2). P. 162–190.
21. Hadler M. Intentions to migrate within the European Union: A challenge for simple economic macro-level explanations. *European Societies*. 2006. Vol. 8, No. 1. P. 111–140.
22. McHugh R., Morgan J. The Determinants of Interstate Student Migration: A Place-to-Place Analysis. *Economics of Education Review*. 1984. No. 3 (4). P. 269–278.
23. OpenStreetMap.org. URL: <https://www.openstreetmap.org/> (дата обращения: 05.11.2024)
24. Plane D., Heins F. Age Articulation of U. S. Inter-Metropolitan Migration Flows. *The Annals of Regional Science*. 2003. No. 37 (1). P. 107–130.
25. Venhorst V., Dijk J.V., Wissen L.V. An analysis of trends in spatial mobility of Dutch graduates. *Spatial Economic Analysis*. 2011. Vol. 6, No. 1. P. 57–82.
26. Williams A.M., Jephcott C., Janta H., Li G. The migration intentions of young adults in Europe: A comparative, multilevel analysis. *Population, Space and Place*. 2018. Vol. 24, No. 1. P. 21–23. DOI: 10.1002/psp.2123 EDN: YEZWOT

References

1. Abdulmanapov P.G. A migration role in ensuring regional development. *Issues of economic structuring*. 2012; 3. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-migratsii-v-obespechenii-regionalnogo-razvitiya> [Accessed 6 November 2023]. (In Russ.).
2. Abdulmanapov P. G., Abasova Kh. U. Migration in the Republic of Dagestan as factor reallocation of labor. *Issues of economic structuring*. 2018; 1. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/migratsiya-v-respublike-dagestan-kak-faktor-pere-raspredeleniya-rabochey-sily> [Accessed 6 November 2023]. (In Russ.).
3. Alekseeva E. A. Migration of student youth in new economic conditions: trends and socio-demographic consequences (based on materials from Stavropol Krai): dis. Ph.D., Soc. Ins. of the RAS, Moscow, 2011 (In Russ.).
4. Antosik L. V., Ivashina N. V. Factors and Routes of Interregional Migration of University Graduates in Russia. *Voprosy obrazovaniya/Educational Studies* Moscow. 2021; (2): 107–125. (In Russ.).
5. Asriyants K. G. The state and assessment of the causes of migration in the Republic of Dagestan. Scientific and practical electronic journal “Alley of Science”. 2019; 11 (38). Available from: https://alley-science.ru/sovremenaya_nauka_i_ee_razvitiye_11_38_2019/ [Accessed 6 November 2023]. (In Russ.).
6. Ataeva A.G., Ulyanova A.G. Modern trends and factors of inter-regional migration of youth in Russia. *Ekonomika – Tomsk State University Journal of Economics. Экономика*. 2018; (44):38–57. (In Russ.).
7. Varshavskaya E.Y., Chudinovskikh O.S. Migration Intentions of Graduates from Regional Russian Universities. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 6: Ekonomika*. 2014; (3):36–58. (In Russ.).
8. Gabdrakhmanov N.K., Karachurina L.B., Mkrtchyan N.V., Lesnikov O.V. Educational Migration of Young People and Optimization of the Network of Universities in Cities of Different Sizes. *Voprosy obrazovaniya/ Educational Studies* Moscow. 2022; (2): 88–116. (In Russ.). <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2022-2-88-116>
9. Gabdrakhmanov N.K., Nikiforova N.Yu., Leshukov O.V. From the Volga to the Yenisei: educational migration of youth in Russia National Research University Higher School of Economics, Institute of Education. M.: NRU HSE, 2019; 5 (26). 48 p. (In Russ.).
10. The Unified Interdepartmental Statistical Information System (UISIS). Available from: <https://www.fedstat.ru/> [Accessed 5 November 2023]. (In Russ.).
11. Mezina E. V. Migration of rural youth to cities in the context of socio-economic security of the Stavropol Territory. *Scientific Review. Episode 1: Economics and demography*. 2010; (6): 61–64. (In Russ.).
12. Mezina E. V. Cause-and-effect relationship between the causes and consequences of youth migration from rural areas of the Stavropol Territory to cities. *Scientific Review. Series 2. Humanities*. 2011; (1): 19–24. (In Russ.).
13. Mkrtchan N. V. The youth migration from small towns in Russia. *Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes*. 2017; (1): 225–242. (In Russ.).
14. Morozova E. A., Kochneva O. P. Youth Migration in the Kemerovo Region (Kuzbass). *Bulletin of Kemerovo state university. Series: Political, sociological and economic sciences*. 2021; 6 (3):326–338. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2021-6-3-326-338>
15. About the priority project “Export of education”. The Russian Government. Available from: <http://government.ru/info/27864/> [Accessed 5 November 2023]. (In Russ.).
16. Tuzikov A.R., Zinurova R. I. Youth migration in the republic of Tatarstan: example of social and demographic portraiture. *Sustainability management*. 2022; 5(42): 75–80. (In Russ.).
17. Department of the Federal State Statistics Service for the North Caucasus Federal District. Available from: <https://rosstat.gov.ru> [Accessed 5 November 2023]. (In Russ.).

Экономическая, социальная и политическая география
Щитова Н.А., Белозеров В.С., Есикова В.О.

18. Shalaeva N. I. Unemployment and migration of youth in Primorsky krai. / Business. Education. Law. Bulletin of Volgograd Business Institute. 2015; 4 (33): 159–161. (In Russ.).
19. Argent N., Walmsley J. Rural Youth Migration Trends in Australia: an Overview of Recent Trends and Two Inland Case Studies. Geographical Research. 2008. V. 46, No. 2. P. 139–152.
20. Findlay A. M. An Assessment of Supply and Demand-Side Theorizations of International Student Mobility // International Migration. 2011. No. 49 (2). P. 162–190.
21. Hadler M. Intentions to migrate within the European Union: A challenge for simple economic macro-level explanations. European Societies. 2006. V. 8. No.1. P. 111–140.
22. McHugh R., Morgan J. The Determinants of Interstate Student Migration: A Place-to-Place Analysis. Economics of Education Review. 1984. No. 3 (4). P. 269–278.
23. OpenStreetMap.org. Available from: <https://www.openstreetmap.org/> [Accessed 5 November 2023]. (In Russ.).
24. Plane D., Heins F. Age Articulation of U. S. Inter-Metropolitan Migration Flows. The Annals of Regional Science. 2003. No. 37 (1). P. 107–130.
25. Venhorst V., Dijk J.V., Wissen L.V. An analysis of trends in spatial mobility of Dutch graduates. Spatial Economic Analysis. 2011. V. 6, No. 1. P. 57–82.
26. Williams A.M., Jephcott C., Janta H., Li G. The migration intentions of young adults in Europe: A comparative, multilevel analysis. Population, Space and Place. 2018. V. 24. No. 1, P. 21–23.

Статья поступила в редакцию: 22.11.24, одобрена после рецензирования: 12.01.25, принята к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 22 November 2024; approved after review: 12 January 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Наталья Александровна Щитова

доктор географических наук, профессор, профессор
департамента географии и геоинформатики
факультета международных отношений
Северо-Кавказский федеральный университет;
355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, д. 1

e-mail: stavgeo@mail.ru

Information about the authors

Nataliya A. Shchitova

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department
of Geography and Geoinformatics, Faculty of
International Relations, North-Caucasus Federal
University;

1, Pushkina st., Stavropol, 355017, Russia

Виталий Семенович Белозеров

доктор географических наук, профессор, профессор
департамента географии и геоинформатики
факультета международных отношений
Северо-Кавказский федеральный университет;
355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, д. 1

e-mail: vsbelozerov@yandex.ru

Vitaly S. Belozerov

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department
of Geography and Geoinformatics, Faculty of
International Relations, North-Caucasus Federal
University;

1, Pushkina st., Stavropol, 355017, Russia

Виктория Олеговна Есикова

аспирант, департамент географии и геоинформатики
факультета международных отношений
Северо-Кавказский федеральный университет;
355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, д. 1

e-mail: esikova.v@mail.ru

Viktoriya O. Esikova

Postgraduate Student, Department of Geography and
Geoinformatics, Faculty of International Relations,
North-Caucasus Federal University;

1, Pushkina st., Stavropol, 355017, Russia

Вклад авторов

Щитова Н.А. – идея, сбор, интерпретация и анализ данных, написание статьи, утверждение окончательного варианта текста.

Белозеров В.С. – идея, составление черновика рукописи и формирование его окончательного варианта, научное редактирование текста, участие в научном дизайне.

Есикова В.О. – сбор, обработка и анализ данных, работа с ГИС, создание иллюстраций.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

Nataliya A. Shchitova – the idea; data collection, interpretation, and analysis; writing of the article; approval of the final version.

Vitaly S. Belozerov – the idea; preparation of the manuscript and its final version; scientific editing of the text; contribution to the scientific layout.

Viktoriya O. Esikova – data collection, processing, and analysis; work with geoinformation systems; creation of illustrations.

The authors declare no conflict of interest.

Экономическая, социальная и политическая география
Журавлëва Е.М., Рогозина Р.Е.

Научная статья

УДК 911.37

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-50-62

EDN: DXGGXC



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИЗОХРОН К ИЗУЧЕНИЮ ГРАНИЦ ОРЛОВСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Евгения Михайловна Журавлëва¹, Римма Евгеньевна Рогозина²

^{1, 2} Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

¹ zhe6760@yandex.ru

² rrogolina@bk.ru

Аннотация. При определении границ городских агломераций многие исследователи применяют метод изохрон транспортной доступности. Особенно часто этот прием используется при первоначальном определении территории, на которой впоследствии выявляются внутриагломерационные связи. Для Орловской городской агломерации (ОГА) построение изохрон проводилось с учетом общественного и личного транспорта. Была установлена предельная изохрона – 1,5 часа. Все построения осуществлялись в программе QGIS на основании информации дорожной сети Орловской области при передвижении личным автомобильным, а также общественным транспортом.

Моделирование осуществлялось несколькими способами: с применением методов геоинформационного анализа и обработки в ГИС-системах «QGIS» и «GRASS GIS», вручную по данным открытой ГИС «Яндекс.Карты», по параметрам расписания маршрутов автовокзала г. Орла. В результате были получены 4 картосхемы, по которым проведен анализ распространения изохрон и входящих в них городских населенных пунктов. Транспортная доступность Орловской городской агломерации при передвижении автомобильным личным транспортом охватывает более значительную территорию по сравнению с общественным (свыше 50 % площади Орловской области в первом случае и 4–6 % во втором).

На основании полученных результатов дана предварительная структура ОГА. Ядро – г. Орёл. Пригородная зона включает пгт Знаменка и Нарышкино. Внутренняя периферия включает малые города Миенск и Болхов, пгт Кромы и Змиёвка. Во внешнюю периферию включены малые города Новосиль, Малоархангельск, Дмитровск, а также пгт Залегощь, Покровское, Глазуновка, Шаблыкино, Хотынец.

Проанализированы преимущества и недостатки рассмотренных способов, а также даны рекомендации по применению метода изохрон для определения транспортной доступности городской агломерации.

Ключевые слова: транспортная доступность, изохроны, границы агломерации, делимитация, Орловская городская агломерация, ГИС

Для цитирования: Журавлëва Е.М., Рогозина Р.Е. Применение метода изохрон к изучению границ Орловской городской агломерации // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 50–62. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-50-62. EDN: DXGGXC

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-50-62

EDN: DXGGXC

THE APPLICATION OF THE ISOCHRONE METHOD TO STUDY THE BOUNDARIES OF THE OREL URBAN AGGLOMERATION

Evgeniya M. Zhuravleva¹, Rimma E. Rogozina²

^{1, 2} Voronezh State University, Voronezh, Russia

¹ zhe6760@yandex.ru

² rrogolina@bk.ru

Abstract. Many researchers use the isochrone method for determining transport accessibility when determining the boundaries of urban agglomerations. It is especially often applied in the initial determination of the territory, with intra-agglomeration connections subsequently identified. The isochrons for the Orel urban agglomeration were constructed taking into account public and personal transport. The isochron limit was set at 1.5 hours. All constructions were



© 2025 Журавлëва Е. М., Рогозина Р. Е. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, перейдите по ссылке <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Экономическая, социальная и политическая география
Журавлева Е.М., Рогозина Р.Е.

carried out in the QGIS program on the basis of information on the Orel region road network when traveling in a personal car and by public transport.

The modeling was carried out in several ways: using methods of geoinformation analysis and processing in GIS «QGIS» and «GRASS GIS», manually according to the data of the open GIS «Yandex.Maps», according to the parameters of the route schedule of the Orel bus station. As a result, 4 map diagrams were obtained, according to which the analysis of spreading of isochrons and its urban settlements was performed. The transport accessibility of the Orel urban agglomeration covers more significant area by personal road transport not public (over 50% of the area of the Orel region in the first case and 4–6% in the second).

Based on the results obtained, the preliminary structure of the Orel urban agglomeration is given. The core is the city of Orel. The suburban area includes the urban-type settlements of Znamenka and Naryshkino. The inner periphery includes the small towns of Mtsensk and Bolkhov, the urban-type settlements of Kromy and Zmiyevka. The outer periphery includes the small towns of Novosil, Maloarkhangelsk, Dmitrovsk, as well as the urban-type settlements of Zalegoshch, Pokrovskoye, Glazunovka, Shablykino, Khotynets.

The advantages and disadvantages of the considered methods are analyzed, and recommendations are given on the use of the isochron method to determine the transport accessibility of an urban agglomeration.

Keywords: transport accessibility, isochrons, agglomeration boundaries, delimitation, Orel urban agglomeration, GIS

For citation: Zhuravleva, E.M., Rogozina, R.E. (2025). The application of the isochron method to study the boundaries of the Orel urban agglomeration. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 50–62. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-50-62. EDN: DXGGXC

Введение и постановка проблемы

Многими исследователями затрагиваются вопросы изучения городских агломераций. Один из наиболее проблемных – определение их границ. Существует множество подходов, методов и взглядов, связанных с проблемой делимитации границ городских агломераций, ввиду отсутствия какого-либо единого метода их установления. Одним из критерии выделения городских агломераций является определение зон транспортной доступности различными подходами: по расстоянию между центром и периферией, по времени затрат в пути, методом построения графов на основе сети дорог, методом изохрон [5].

Вследствие отсутствия комплексного статистического учета маятниковых миграций, которые отражают фактическую ситуацию мобильности населения, наиболее унифицированным методом является именно определение транспортной доступности агломерации. В зарубежной практике, наоборот, имеются данные по маятниковым миграциям населения, поэтому не так часто встречаются работы по определению зон транспортной доступности агломераций [3].

Стоит отметить, что определение транспортной доступности территории является первоначальным этапом исследования агломераций. Установление зон транспортной доступности подразумевает выявление территории, на которой возможны внутриагломерационные связи. В дальнейшем обозначенная территория проверяется на наличие непосредственно взаимосвязей разного характера.

В связи с множеством мнений возникает несколько вопросов применения того или иного метода определения транспортной доступности городской агломерации. Во-первых, какой метод для делимитации границ выбрать? Какой из них наиболее точный и репрезентативный? Во-вторых, какие временные интервалы доступности города-ядра относительно периферии наиболее оптимальны? В-третьих, какой вид транспорта (или их сочетание) следует учитывать для определения зон транспортной доступности агломерации? В-четвертых, исходя из определения вида транспорта для расчета транспортной доступности, как определить точку отсчета? Возникающих проблем и вопросов при изучении данной темы немало. В связи с этим актуальность исследования не вызывает сомнения.

В своем исследовании транспортной доступности Орловской городской агломерации мы опирались на метод изохрон как на один из наиболее часто встречающихся в географическом контексте. Метод изохрон заключается в определении линий, соединяющих равные промежутки времени от одного населенного пункта (ядра агломерации) до другого. В результате получается картосхема, на которой видны ареалы равных затрат времени на перемещение. Транспортная доступность городской агломерации позволяет определить зону ядра, а также внутренней (пригородной) и внешней периферий, между которыми имеются связи различной степени интенсивности.

Обзор ранее выполненных исследований

Транспортная доступность как критерий делимитации городской агломерации в отечественной науке и практике был широко распространен во второй половине XX в. Этот способ и сегодня не теряет своей значимости, несмотря на возросший интерес к большим данным (Big Data), а также развитие способов учета маятниковых миграций населения [17].

Первоначально теоретическими вопросами выделения городских агломераций занимались экономико-географы: Лаппо Г.М., Полян П.М., Перцик Е.Н. Так, по одной из общепризнанных методик Института географии академии наук СССР, описанной в работе Лаппо Г.М. [9], предлагалось выделять территории агломераций путем соединения 2-часовой изохроны от города-ядра и получасовой изохроны от средних и больших городов на периферии [16].

Экономическая, социальная и политическая география
Журавлëва Е.М., Рогозина Р.Е.

Наймарк Н.И. предлагал определять границы агломераций по 2-часовой изохроне от города-ядра [12]. Но не все географы ориентировались на количественные критерии при делимитации агломераций. Например, Перчик Е.Н. не рассматривал транспортную доступность, он обращал внимание на интенсивность и дальность поездок населения [14]. Пивоваров Ю.Л. при выделении агломераций ориентировался на расстояние от города-ядра, а не на временные интервалы доступности территории [15].

Вопросами делимитации агломераций по транспортной доступности активно занимались и градостроители, разрабатывая и применяя практические подходы. В 1970-х гг. Баркова Е.А. в стенах ЦНИИП Градостроительства предложила методику делимитации границ городских агломераций на основе определения транспортной доступности города-ядра. Ею же была определена предельная зона транспортной доступности агломерации – 2-часовая изохона. Именно в этом интервале происходит активное взаимодействие города-ядра и периферии. При наличии различных видов общественного транспорта здесь наблюдаются разной частоты поездки населения в трудовых, культурно-бытовых, рекреационных целях. По Барковой Е.А. определять границы агломерации, основываясь только на транспортной доступности, нецелесообразно, так как в данном случае не учитываются и другие существующие между ядром и периферией связи [18].

Научные сотрудники ЦНИИП Градостроительства РААСН Стрельников А.И. и Семенова О.С. утверждают, что территория городской агломерации в границах изохрон транспортной доступности является наиболее привлекательной для дальнейшего развития и привлечения инвестиций. Ими были определены изохроны 2-часовой транспортной доступности Красноярской агломерации для выявления территории с наибольшим потенциалом обслуживания транспортом. В своих построениях они опирались на характеристики и маршруты общественного транспорта. Транспортная доступность определялась в часы-пик утром и вечером в будние дни. Территория 2-часовой доступности определена ими как потенциальная для трудоемких производств, 1,5-часовая зона – потенциальная территория развития самой агломерации. В пределах зон 1,5-часовой и часовской доступности определяется потенциал для развития технологически и инфраструктурно связанных с центром производств, а также мест отдыха и рекреации. В вопросе определения собственно границ агломерации исследователи подчеркивают, что транспортные связи есть не что иное, как «отражение социально-культурных, трудовых и рекреационных видов связей». Поэтому необходимо учитывать не только зоны транспортной доступности при делимитации границ, но и внутриагломерационные связи [18].

Сотрудники Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета Монастырская М.Е. и Песляк О.А. придерживаются мнения, что определение транспортной доступности агломерации играет важную, но не единственную роль при определении ее границ. Это лишь один из этапов делимитации границ, который не дает полного представления о морфологической, функциональной, социальной связаннысти конкретной территории. Исследователи предлагают опираться на данные среднестатистической скорости движения на личном транспорте. Предельное значение изохрон устанавливается в зависимости от численности населения города: часовья изохона оптимальна для большого города, 1,5-часовая – для крупного, 2-часовая – для крупнейшего. Для моделирования изохрон городской агломерации ими применен метод сетевого анализа (ArcGIS Pro) на основании сервиса построения маршрутов, используя данные о дорожном движении и открытых картографических данных OpenStreetMap [11].

Меринов Ю.Н. и Меринова Ю.Ю. при моделировании транспортной доступности Ростовской агломерации учитывали несколько видов общественного транспорта (железнодорожный и автобусный), расписание маршрутов, количество единиц подвижного состава. Для подтверждения полученных границ, в которых, как считают авторы, находятся Ростовская и Шахтинская агломерации, была проведена оценка плотности населения и степени застройки территории на их стыке. В общем и целом, авторы опирались на методику Института географии РАН с учетом возросших в настоящее время скоростей движения общественного транспорта [10].

Игловская Н.С. при определении границ Архангельской городской агломерации применяла метод изохрон транспортной доступности как «наиболее верный и точный», с чем вполне резонно поспорить. В своем исследовании она ограничилась 1,5-часовой изохроной для города-ядра Архангельска [6].

При определении границ Махачкалинской агломерации в основу также был положен метод построения изохрон транспортной доступности в 1,5-часовом интервале. Предположительно, это территория наиболее интенсивных связей структурных зон агломерации с городом-ядром Махачкалой. Основной вид транспорта, который учитывался при расчете транспортной доступности – общественный. Махачкалинская агломерация имеет следующую структуру: в пределах получаса – ядро агломерации, характеризующееся общностью транспортно-инженерной инфраструктуры, активными макротекущими миграциями при сосредоточении в этой зоне большей части населения городской агломерации. В пределах часа обозначена центральная зона, включающая периферийные территории центрального города, менее интенсивно застроенные, наиболее перспективные для дальнейшего развития и разрастания агломерации. Периферийная зона выделяется в границах 1,5-часовой транспортной доступности, где расположение населенных пунктов разреженное, а основное функциональное значение – сельскохозяйственное. Кроме того, здесь возможно развитие отдельных промышленных предприятий. В пределах 2-часовой изохроны обозначена буферная зона агломерации, характеризующаяся преобладанием незастроенных земель над заселенными. Эта зона в перспективе отведена для сельскохозяйственного освоения территории – создания тепличных комплексов и

Экономическая, социальная и политическая география
Журавлева Е.М., Рогозина Р.Е.

развития животноводства и птицеводства. При этом авторами подчеркивается необходимость обоснования полученных методом изохрон границ Махачкалинской агломерации и другими методами: выявление транспортного, природно-экологического, историко-культурного каркасов, особенностей расселения, а также методом трудового баланса. Обосновывается необходимость дальнейшего развития и усовершенствования транспортного каркаса городской агломерации в целях улучшения ее транспортной доступности [8].

Ижгузина Н.Р. при делимитации границ Екатеринбургской агломерации также использовала метод изохрон. При их построении ею учитывалось расписание движения пригородных и междугородних автобусов и электропоездов. Определив среднюю скорость движения транспортного средства, было рассчитано расстояние, которое оно преодолеет за временные промежутки от получаса до 2 часов. Соответственно, в основе построения изохрон заложены не затраты времени на передвижение от центра агломерации к населенным пунктам на периферии, а расстояния между ними. Поэтому «рисунок» изохрон Екатеринбургской агломерации на топографической карте в этом случае имеет вид равноудаленных колец или многоугольников. Недостаток такого подхода в том, что в зоны доступности, определенные по расстоянию, попадают территории между осевыми магистралями, которые могут выходить за пределы этих зон. К слову, сегодня все большую популярность получают методы построения изохрон с применением ГИС-технологий [7].

Противоположной точки зрения в методах определения транспортной доступности придерживаются Абрамова М.Н., Придвижкин С.В. и Карманова М.М., считая, что доступность агломерации определяется именно временем в пути между центром и периферией, а не расстоянием. Они опробовали нестандартный подход доказательства центр-периферийного взаимодействия на примере Екатеринбургской городской агломерации посредством определения времени в пути через открытую ГИС «Яндекс.Навигатор». Замеры времени проводились в определенное время (будни, в час-пик), а затем учитывали усредненное время [1].

Многие исследователи сходятся во мнении, что при делимитации границ агломераций необходим многокомпонентный подход. Так, Шаймарданова В.В. при определении границ Казанской агломерации совмешала метод изохрон (определяя часовую транспортную доступность) с некоторыми социально-экономическими критериями. Кроме того, анализ функционально-пространственной дифференциации агломерации и связности поселений позволил уточнить границу Казанской агломерации [20].

Как отмечает Хуснутдинова С.Р., метод изохрон дает возможность установить реальные границы агломерации. При этом для проведения делимитации агломерации необходимо учитывать существующие административные границы муниципалитетов и регионов (чем мы руководствовались в дальнейшем), так как вопросы управления и регулирования привязаны к конкретной территории [19].

В зарубежной практике не так часто применяется метод изохрон при определении границ городских агломераций. В связи с наличием статистической информации по мигрантовым миграциям, иностранные исследователи активно используют ее при делимитации границ городских агломераций. Чаще встречаются работы, в которых оцениваются выгоды развития общественного транспорта в рамках повышения транспортной доступности городских агломераций, влияние этого развития на сами агломерации [24, 25].

Тем не менее иногда встречаются работы, которые посвящены вопросу делимитации границ городских агломераций с применением методов определения транспортной доступности. Так, китайские исследователи предлагают определять транспортную доступность агломерации на основании критериев взвешенного среднего времени в пути и экономического потенциала городов агломерации. В своей работе они учитывали несколько транспортных подсистем: автомобильных и железных дорог, авиационных и водных путей. В результате методом наложения этих подсистем была построена общая сложная транспортная система городской агломерации Хух-Хото – Баотоу – Ордос. Зоны транспортной доступности имели форму концентрических колец с закономерным уменьшением доступности к периферии. Основные выводы данного исследования заключаются в следующем: повысить транспортную доступность городской агломерации можно при эффективном использовании автомобильной и железнодорожной транспортных подсистем. Подобный подход совмещения таких транспортных подсистем наблюдается в крупных российских агломерациях, особенно в Московской и Санкт-Петербургской [26].

Общие моменты, которые необходимо выделить в результате анализа источников литературы:

1. Метод изохрон транспортной доступности – один из, но не единственный критерий делимитации границ городских агломераций при их детальном изучении;
2. Делимитация границ городских агломераций методом изохрон транспортной доступности позволяет выделить территорию потенциальных внутриагломерационных связей. При этом не всегда граница городской агломерации очерчена крайней 1,5- или 2-часовой изохроной. Для обоснования границ в дальнейшем необходимо использовать другие методы (комплексный подход);
3. В зависимости от людности городов исследователи устанавливают предельные значения изохрон транспортной доступности: от 1 часа для больших городов до 2 часов для городов-миллионников;
4. Необходимо определить вид транспорта, посредством характеристик которого рассчитываются изохроны, либо рассмотреть несколько их видов;
5. В настоящее время растет интерес к использованию открытых ГИС-карт, программ и модулей, которые могут обеспечить более быструю обработку информации и визуализацию результата.

Экономическая, социальная и политическая география
Журавлева Е.М., Рогозина Р.Е.

Материалы и методика исследования

Для определения транспортной доступности нами был выбран метод изохрон. Объект исследования – Орловская городская агломерация (ОГА). Город-ядро Орёл расположен в центре западной части области, собирает вокруг себя несколько малых городов и поселков городского типа (пгт), увязанных между собою сетью автомобильных дорог, имеющих подобие радиально-кольцевой пространственной структуры [22]. Орёл – транспортный узел, в котором сходятся федеральные трассы М-2 «Крым», Р-119 (Орёл – Тамбов), Р-120 (Орёл – граница с Беларусью), Р-92 (Калуга – Орёл). По ранее рассчитанному коэффициенту агломерации ОГА относится к слаборазвитым городским агломерациям (2,57 на 2023 г.) [21].

Исходя из численности населения центрального города Орла (менее 300 тыс. чел.), мы ограничивались построением 1,5-часовой изохроны. 2-часовая изохрона нами намеренно не рассматривалась, так как в нее попадают территории за границами Орловской области, которые де-юре не могут быть управляемыми местными и региональными органами власти данного региона [22]. В своих расчетах мы учитывали именно затраты времени на перемещение из центра агломерации к ее периферийным зонам. В качестве средств передвижения был выбран автомобильный транспорт: личный и общественный.

Материалы, которые легли в основу построения изохрон: ГИС-программы QGIS и GRASS GIS и их модули векторной обработки, открытая ГИС «Яндекс.Карты», данные дорожной сети Орловской области с сайта NextGIS, скорости движения на дорогах (согласно ПДД), открытые данные OpenStreetMap по размещению городских и сельских населенных пунктов. Для расчета площадей использовали модуль QGIS Calculate Geometry (площадь Орловской области – 24 652 км², или 100 %).

Наиболее автоматизированный способ получения зон транспортной доступности – алгоритм обработки и построения с совместным использованием ГИС-программ QGIS и GRASS GIS [4]. Сначала необходимо подготовить данные. Основа построения – сеть автомобильных дорог Орловской области, данные о которой получены с сайта NextGIS [13]. Далее необходимо отобрать дороги, по которым возможно движение транспортных средств. Используя «калькулятор полей», мы удалили пешеходные улицы и велосипедные дорожки. Оставшимся автомобильным дорогам необходимо присвоить среднюю скорость движения согласно правилам дорожного движения. За точку отсчета для построения зон транспортной доступности был выбран Главпочтamt г. Орла. Данные готовы для дальнейшего моделирования в GRASS GIS, когда для каждого участка дорожной сети имеется информация о расстоянии и времени, необходимом для его преодоления (что также рассчитывается через функцию «калькулятор полей»). Подготовленные данные о дорожной сети подгружаются в GRASS GIS, где определяется точка отсчета. Посредством модуля v.isochrones задаются требуемые временные интервалы (в нашем случае, 30, 60, 90 минут), на основании которых программа выдает готовый результат. Для последующего оформления данных в картосхему использовали QGIS.

Следующий способ требует больших затрат времени и выполняется вручную. С помощью открытой ГИС «Яндекс.Карты» определяются зоны транспортной доступности путем фиксирования времени от точки отсчета (Главпочтamt) до заданного конечного пункта в пределах дорожной сети [23]. Время в пути зависит от выбранного способа передвижения: личный (автомобиль) или общественный транспорт (троллейбусы, трамваи, городские и пригородные автобусы). В программе QGIS фиксируются точки равных временных зон, путем соединения которых строятся изохроны. Фиксация времени в пути от одного населенного пункта до другого осуществлялась в будни в промежутке 12–16 часов.

Возможно определение транспортной доступности, основываясь на информации расписания маршрутов движения автобусов в пределах исследуемой территории. Это еще один способ. На официальном сайте автовокзала г. Орла есть информация о маршрутах, их графике и времени отправления [2]. В случае исследования транспортной доступности ОГА удобно, что на сайте можно посмотреть время в пути, на основании которого в QGIS были отмечены точки равных интервалов времени и построены изохроны.

Результаты и обсуждение

Используя различные способы определения изохрон, были получены картосхемы транспортной доступности ОГА, каждая из которых проанализирована далее.

1. Первый из примененных нами методов – моделирование транспортной доступности в ГИС-программах QGIS и GRASS GIS посредством модулей векторной обработки данных (рис. 1). Чтобы подготовить сведения для создания изохрон, необходимо определить вид транспорта, на котором осуществляется перемещение. В нашем случае средство передвижения – автомобильный личный транспорт.

На картосхеме четко прослеживаются зоны центра-ядра агломерации (0,5 ч), внутренней (1 ч) и внешней периферии (1,5 ч). В упрощенном варианте они являются собой некое подобие концентрических колец вокруг центра агломерации с расположением «во вне» по направлениям дорог. Ядро агломерации составляют 3 городских населенных пункта: административный центр региона – городской округ город Орёл, а также пгт Знаменка, расположенный на юго-западе от города Орла, и пгт Нарышкино – на западе. Получасовая зона опоясывает городской округ г. Орёл почти равномерно, за исключением южной части территории агломерации между дорогами на Тамбов (Р-119) и Курск (М-2 «Крым»). Площадь территории, которая лежит в пределах этой транспортной доступности, составляет 1071 км².

*Экономическая, социальная и политическая география
Журавлëва Е.М., Рогозина Р.Е.*

В состав внутренней периферии ОГА входят города Болхов и Мценск, а также пгт Кромы, Змиёвка, Глагуновка (всего 5 городских населенных пунктов). В пределах часовой доступности лежит территория ОГА, равная 4698 км².

Внешняя периферия агломерации – зона 1,5-часовой транспортной доступности – простирается до границ Орловской области на севере и юге. Незначительные площади на западе остаются вне этой зоны, так как к западной границе области сеть поселений редеет, заканчиваются проселочные дороги, и здесь расположены природные объекты (в частности, на северо-западе: национальный парк «Орловское полесье»). В 1,5-часовой зоне доступности находятся города Новосиль, Малоархангельск, Дмитровск, а также пгт Залегощь, Покровское, Шаблыкино, Хотынец (всего 7 городских населенных пунктов, чья площадь составляет 7961 км²).

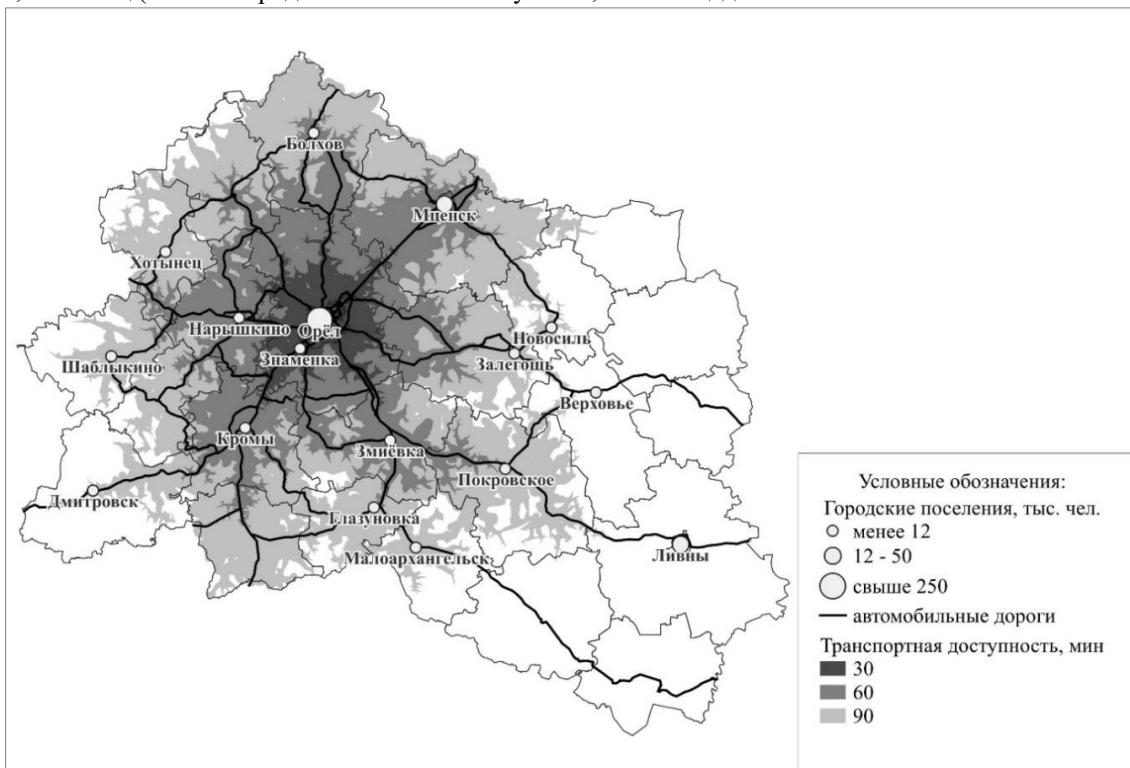


Рис. 1. Транспортная доступность Орловской городской агломерации («QGIS»+«GRASS GIS»)
Fig. 1. Transport accessibility of the Orel urban agglomeration («QGIS»+«GRASS GIS»)

Вне установленной 1,5-часовой зоны доступности находится восток региона, граничащий с Тульской, Липецкой и Курской областями.

Площадь территории ОГА на основании расчета изохрон данным методом составляет 13 730 км² (56 % от площади Орловской области). Всего городских населенных пунктов 15, из них: 1 крупный город, 5 малых городов и 9 пгт. Если рассматривать количество сельских населенных пунктов, которые доступны в пределах 1,5 часа по данному методу, то их насчитывается 2027 (69 % от их общего числа).

2. В результате применения данного метода расчета времени в пути в открытой ГИС «Яндекс.Карты» получена следующая картосхема изохрон транспортной доступности ОГА (рис. 2), внешне схожая с картосхемой предыдущего метода. Стоит отметить, что на изображении мы видим распространение 1,5-часовой зоны доступности за пределы Орловской области. Но руководствуясь возможностями управления ОГА, подсчет городских населенных пунктов и площадей учитывали только в границах региона. Выход «за рамки» области при определении зон доступности мы допустили, чтобы оценить реальную картину их распространения, а также в перспективе рассматривать эти пограничные территории как потенциальные зоны взаимодействия с ОГА.

Снова мы видим концентрические кольца с лучами по направлению дорог, расходящимися от ядра агломерации, которое составляют город Орёл с прилегающими пгт Знаменка и Нарышкино. В этом случае заметна небольшая диспропорция – зона часовой доступности выходит далеко за пределы городского округа г. Орла на запад. Площадь ядра составляет 577 км².

Зона часовой транспортной доступности включает снова те же города – Болхов и Мценск. Поселков городского типа всего 2: Змиёвка и Кромы. Всего в данной зоне 4 городских населенных пункта. Заметно ее расплюзание на север и ограничение распространения на юге. Площадь внутренней периферии 4258 км².

*Экономическая, социальная и политическая география
Журавлева Е.М., Рогозина Р.Е.*

Внешняя периферия – зона 1,5-часовой транспортной доступности – выходит за пределы региона до рабочего посёлка Чернь (Тульская область), до городов Карабев (Брянская область) и Железногорск (Курская область). Распространение этой изохроны обусловлено расположением перечисленных населенных пунктов на крупных федеральных и соединительных автомагистралях, по которым комфортно и быстро передвигается личный автотранспорт. Так, федеральные трассы проходят через Чернь (М-2 «Крым») и Карабев (Р-120 «Орёл – Брянск – Смоленск – граница с Республикой Беларусь»), а через Железногорск – транспортный коридор, соединяющий трассы М-2 «Крым» и М-3 «Украина». Между этими населенными пунктами и ядром ОГА – г. Орлом существуют связи, обусловленные образовательными миграциями и поездками населения в рекреационных целях.

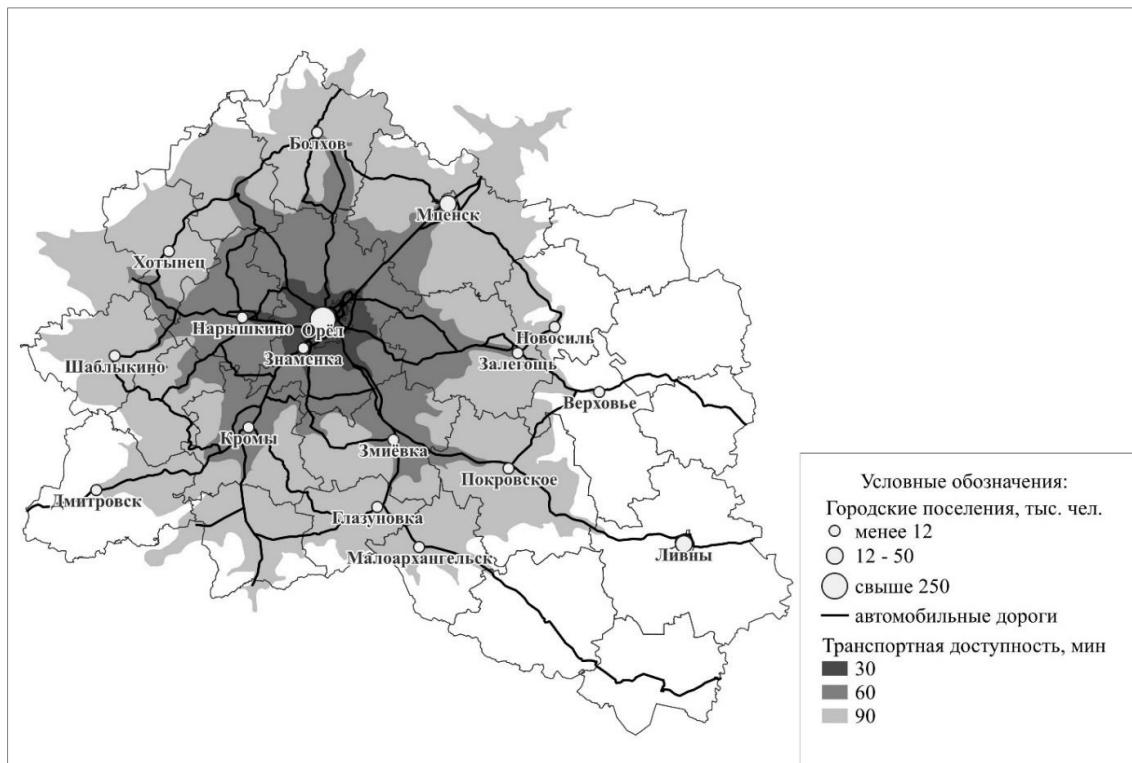


Рис. 2. Транспортная доступность Орловской городской агломерации
(*«Яндекс.Карты»*, личный транспорт)

Fig. 2. Transport accessibility of the Orel urban agglomeration
(*«Yandex.Maps»*, personal transport)

В пределах Орловской области в 1,5-часовую зону транспортной доступности включены города Новосиль, Малоархангельск, Дмитровск; пгт Залегощи, Верховье, Покровское, Глазуновка, Шаблыкино, Хотынец. Всего городских населенных пунктов 9. Площадь внешней периферии составляет 9436 км² (906 км² за пределами Орловской области).

Учитывая площадь распространения зон транспортной доступности внутри региона, площадь ОГА – 14 271 км² (58 % от площади всего региона). В рассматриваемых границах находятся 16 городских населенных пунктов: 1 крупный город, 5 малых городов, 10 пгт. В границах транспортной доступности располагается также 1931 сельский населенный пункт (66 %).

3. Далее мы рассмотрим методы определения транспортной доступности, если в качестве средства передвижения будет выбран общественный транспорт. Вариант распространения изохрон транспортной доступности посредством метода расчета времени в пути в открытой ГИС «Яндекс.Карты» выглядит следующим образом (рис. 3). Очевидно, что общественным транспортом охватывается территория значительно меньшая, нежели личным автомобильным. При этом изохроны четко прослеживаются вдоль основных, расходящихся от г. Орла, автодорог, а территории между ними малодоступны при передвижении на общественном транспорте.

Площадь, которую покрывает получасовая изохона, составляет всего 27 км². Эта территория и обозначена как ядро агломерации. Для понимания площадей: городской округ г. Орел занимает площадь 121 км², соответственно, по этому методу построения изохрон на так называемое ядро агломерации приходится 22 % г. Орла.

В часовую доступность входят пгт Нарышкино и Знаменка. Эта зона охватывает пригород г. Орла, где активны маятниковые поездки на работу из окружающей сельской местности, сконцентрированы дачные и садовые участки. Площадь внутренней периферии составляет 288 км².

Экономическая, социальная и политическая география
Журавлëва Е.М., Рогозина Р.Е.

Изохона 1,5-часа имеет буферное распространение вдоль основных дорог региона, включая только 1 городской населенный пункт – пгт Кромы. Заметно существенное ограничение изохроны по юго-восточному направлению, что связано с ремонтом Красного моста в г. Орле (на момент проведения исследования весной 2023 г.). Площадь территории, охваченной изохроной, составляет 779 км².

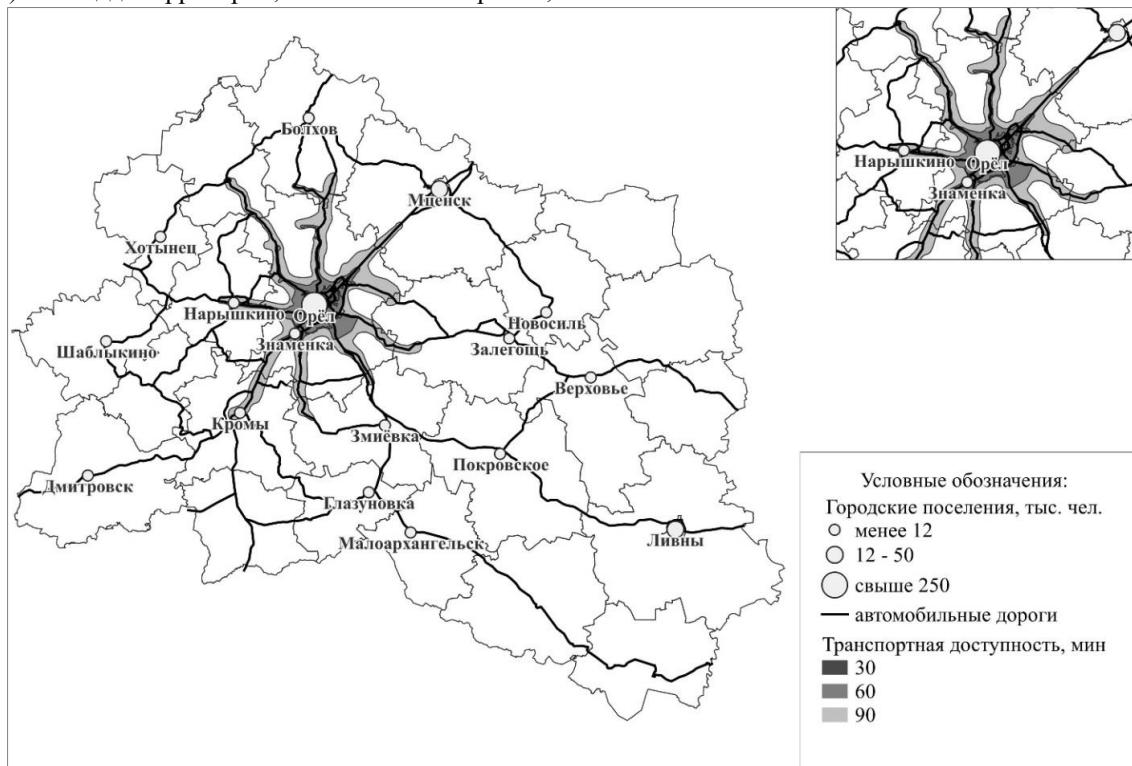


Рис. 3. Транспортная доступность Орловской городской агломерации
(*«Яндекс.Карты»*, общественный транспорт)

Fig. 3. Transport accessibility of the Orel urban agglomeration
(*«Yandex.Maps»*, public transport)

Расчет транспортной доступности методом определения времени в пути в ГИС «Яндекс.Карты» на общественном транспорте показывает, что всего 1094 км² (4,4 % площади Орловской области) с 4 городскими населенными пунктами можно рассматривать как ОГА. Большинство городских населенных пунктов, входящих в зоны доступности в ранее рассмотренных методах, оказались недоступны. Количество сельских населенных пунктов, входящих в ареал транспортной доступности, составляет 219. В этом случае наиболее «выигрывают» жители населенных пунктов, расположенных вблизи основных автомобильных дорог.

4. Рассмотрим, как распределены изохроны, если за основу взято расписание движения общественного транспорта (пригородные и междугородние перевозки) с официального сайта автовокзала Орловской области (рис. 4). По сравнению с данными, полученными из ГИС «Яндекс.Карты», изохроны данного метода расходятся вдоль основных дорог региона дальше, выходя за его пределы в направлении на Брянск (г. Карабчев) и Курск (г. Фатеж). Мы вновь ограничимся территорией Орловской области в расчетах площадей и населенных пунктов. Заметно, что в зоне доступности находятся некоторые сельские населенные пункты, находящиеся поодаль от осевых автодорог.

Получасовая зона в этом случае включает полностью ядро агломерации – г. Орёл, а также пгт Знаменка и Нарышкино. Площадь ядра исчисляется в 188 км².

В зоне часовой доступности ядра – пгт Змиёвка и Кромы, а общая площадь территории в пределах изохроны – 557 км².

В 1,5-часовую зону транспортной доступности входит большинство городских населенных пунктов (7): города Болхов, Мценск, Малоархангельск и пгт Залегощь, Покровское, Глазуновка, Шаблыкино. Площадь внешней периферии в пределах 1,5-часа составляет 843 км² (81 км² выходит за границы Орловской области).

По данному методу, суммарная площадь территорий различных зон транспортной доступности – 1588 км² (6,4 % от площади Орловской области), что больше, чем в вышерассмотренном методе, но значительно ниже, чем при передвижении на личном автомобиле. Всего городских населенных пунктов, до которых можно добраться на общественном транспорте, 12, а сельских населенных пунктов 332.

Экономическая, социальная и политическая география
Журавлëва Е.М., Рогозина Р.Е.

В зависимости от того или иного метода результаты зон транспортной доступности варьируются. Особенно существенны их различия в зависимости от использования вида транспорта (таблица).

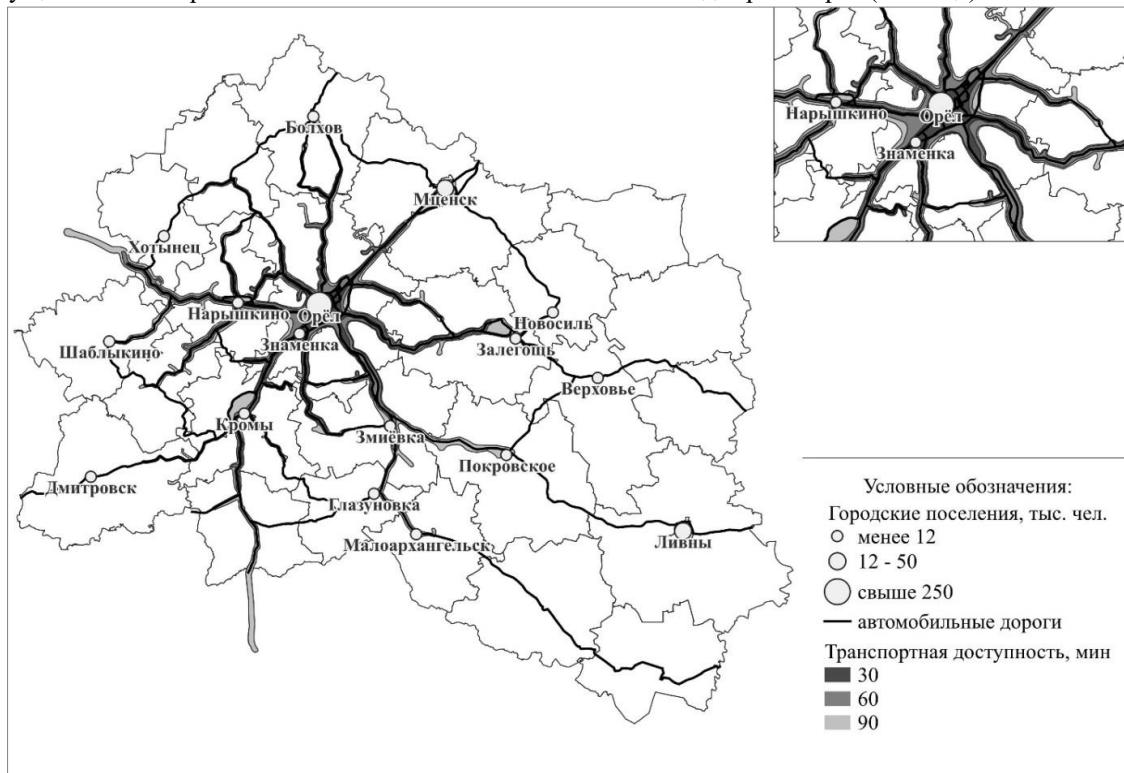


Рис. 4. Транспортная доступность Орловской городской агломерации (по данным расписания автовокзала)
Fig. 4. Transport accessibility of the Orel urban agglomeration (according to the bus station timetable)

Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки. В принципе, метод автоматической обработки данных при назначении скорости дорогам различного типа (QGIS+GRASS GIS) более универсален для изучения потенциальных городских агломераций на предмет транспортной доступности.

Если необходимо решить проблему транспортной доступности городской агломерации с учетом реальной ситуации на дорогах (пробки, аварии, ограничения движения ввиду ремонта), а также в разрезе временных интервалов (утренние и вечерние часы-пик и часы, свободные от плотного движения), то можно воспользоваться ручным сбором данных с помощью открытых ГИС (в нашем случае, «Яндекс.Карты»). Данный метод наиболее применим при построении маршрутов с учетом личного транспорта. Существенный недостаток, в нашем случае – проблема учета перемещений единиц общественного транспорта в режиме реального времени.

Таблица
Table

Преимущества и недостатки методов определения изохрон
Advantages and disadvantages of isochron determination methods

Показатели	Методы определения изохрон			
	QGIS+GRASS GIS (личный транспорт)	«Яндекс.Карты» (личный транспорт)	«Яндекс.Карты» (общественный транспорт)	Расписание автовокзала (общественный транспорт)
Количество городских населенных пунктов	15	16	4	12
Количество сельских населенных пунктов	2027	1931	219	332
Площадь территории (в % от площади области)	56 %	58 %	4,4 %	6,4 %

Экономическая, социальная и политическая география
Журавлева Е.М., Рогозина Р.Е.

Окончание табл.

<i>Показатели</i>	<i>Методы определения изохрон</i>			
	<i>QGIS+GRASS GIS (личный транспорт)</i>	<i>«Яндекс.Карты» (личный транспорт)</i>	<i>«Яндекс.Карты» (общественный транспорт)</i>	<i>Расписание автовокзала (общественный транспорт)</i>
<i>Преимущества</i>	Автоматическая обработка входных данных. Возможность установления скоростей для определенного типа дорог. Требует меньше времени на обработку данных и визуализацию результатов.	Возможность построения изохрон в часы-пик и часы, свободные от плотного движения. Возможность учета реальной ситуации на дорогах.	Возможность построения изохрон в часы-пик и часы, свободные от плотного движения. Возможность учета реальной ситуации на дорогах.	Расписание отражает действительную информацию по времени передвижения от одного населенного пункта до другого. Возможность ошибки меньше.
<i>Недостатки</i>	Не учитывается реальная ситуация на дорогах. Для учета движения транспорта в часы-пик необходимо корректировать скорость, присвоенную дорогам.	Трудозатратный способ, требующий ручного ввода крайних точек изохрон. Не зная территории, можно получить недостоверные результаты.	Трудозатратный способ, требующий ручного ввода крайних точек изохрон. Не зная территории, можно получить недостоверные результаты. Проблемы с отображением движения общественного транспорта в режиме реального времени.	Не все автовокзалы дают подробную информацию по времени следования и промежуточным остановкам. Не учитывается реальная ситуация на дорогах.

При рассмотрении вопроса транспортной доступности территории, используя общественный транспорт, оптимально придерживаться официальных данных движения маршрутов. Корректировать конечный результат можно, опираясь на изучение реальной ситуации по открытым ГИС. Важное замечание, изучая ту или иную городскую агломерацию, полученные с открытых ГИС данные необходимо оценивать критически.

Выводы

Обобщим результаты исследования в целом:

1. Метод изохрон транспортной доступности городской агломерации применим при первоначальном исследовании территории. Для дальнейшего подтверждения и обоснования полученных границ необходим комплексный подход, а также использование других методов и критериев (определение направлений и интенсивности мигрантовых миграций, плотность и непрерывность застройки, наличие экономических, рекреационных, культурно-бытовых и прочих видов связей и т.д.). Исходя из численности населения города и его территории, целесообразно для ОГА опираться на сочетание общественного и личного транспорта;

2. Для агломераций с крупным городом-ядром, каковым является г. Орёл, позволительно ограничиться 1,5-часовой изохроной. При этом территория получасовой доступности является ядром, часовая доступность характерна для внутренней периферии (пригород), а 1,5-часовая представляет собой внешнюю периферию. Для унификации и сравнения изохрон, опираясь на различные виды транспорта, за точку отсчета принимать главный почтamt как общепринятую «точку отсчета» в городе;

3. Безусловно, значительная часть территории ОГА доступна на личном транспорте ввиду свободы выбора направления, его большей мобильности. Жители, использующие личный автомобиль при перемещениях в пределах ОГА, находятся в более выигрышном положении. Город-ядро Орёл, занимая центральное положение в регионе, располагается достаточно удачно по отношению к другим населенным пунктам, находящимся в пригороде и на периферии. Передвигаясь на личном автомобиле, жителям-автомобилистам доступен широкий спектр возможностей в получении услуг и удовлетворении их потребностей. Общественный транспорт ограничен в своем передвижении заданными маршрутами, расписанием, низкими скоростями, количеством и качеством подвижного состава. Как следствие, жители, которые вынуждены совершать поездки на общественном транспорте, существенно ограничены в перемещениях, а также в удовлетворении своих потребностей. В результате сравнения полученных зон транспортной доступности можно сделать вывод о наличии некоторой «переходной зоны»

Экономическая, социальная и политическая география
Журавлëва Е.М., Рогозина Р.Е.

в ОГА: прежде всего, это территории между основными федеральными автотрассами, которые доступны жителям-автомобилистам и от которых отрезана часть населения, перемещающаяся общественным транспортом;

4. Представленные способы дают возможность рассматривать границы агломераций в динамике. Так, если более автоматизированный метод построения изохрон в ГИС-программах QGIS и GRASS GIS позволяет получить некоторую «идеальную» модель транспортной доступности агломерации, то способ построения изохрон в открытой ГИС «Яндекс.Карты» – в перспективе установить колебания ее границ. Так, в часы-пик зона получасовой доступности будет сжиматься ближе к границам г. Орла, в случае более свободного движения эта же зона будет расширяться вовне на территории Орловского муниципального округа, а также на части Урицкого, Кромского, Свердловского районов. Часовая зона доступности в момент наиболее свободного движения на дорогах будет расползаться лучами по федеральным трассам в сторону периферии (в направлении на пгт Залегощь, Покровское, Глазуновку, Шаблыкино, Хотынец, а также за пределы городов Мценск, Болхов). В случае затрудненного движения, вероятно, эта зона будет сужаться в сторону получасовой изохроны. Соответственно, 1,5-часовая изохrona при загруженном движении будет тяготеть к часовой изохроне. В случае свободного трафика на дорогах 1,5-часовая зона распространится до границ области (за исключением востока), а также в направлении городов Железногорск, Карачев, пгт Поныри, РП Чернь. В перспективе планируется рассмотреть этот аспект применительно к ОГА более подробно, чтобы точнее установить «переходные зоны» транспортной доступности, выявить колебания ее границ;

5. На основе полученных результатов можно предварительно представить структуру ОГА следующим образом. Административный центр Орловской области – г. Орёл – ядро агломерации. Территория вокруг г. Орла с пгт Знаменка и Нарышкино – пригородная зона. Внутренняя периферия распространяется включительно до малых городов Мценска и Болхова, а также до пгт Кромы, Змиёвки. Внешняя периферия простирается до малых городов Новосиля, Малоархангельска, Дмитровска, а также до пгт Залегощи, Покровского, Глазуновки, Шаблыкино, Хотынца.

6. Сравнение и применение различных подходов к построению изохрон транспортной доступности является выигрышным. В любом случае, несмотря на преимущества и недостатки, каждый из рассмотренных методов имеет место быть. Помимо определения первоначальной территории агломерации и установления ее границ, транспортная доступность позволяет выявить наиболее недоступные территории и диспропорции территориального развития, обосновать в дальнейшем обозначенные границы.

В перспективе планируется более детально подойти к вопросу колебания границ агломерации. Безусловно, следующим этапом нашего исследования будет выявление маятниковых миграций на территории рассматриваемой ОГА, так как они позволяют объективно определить границы агломерации и свидетельствуют о взаимосвязях города-ядра с пригородом и периферией. Также необходимо установить наличие и других видов связей в исследуемой агломерации (культурно-бытовые, рекреационные, экономические и т.п.), чтобы делать окончательные выводы о существовании ОГА и наличии на ее территории агломерационных взаимодействий.

Библиографический список

1. Абрамова М.Н., Придвижкин С.В., Карманова М.М. Определение транспортной доступности городов в пределах Екатеринбургской агломерации // Экономика и предпринимательство. 2020. № 10 (123). С. 381–384. DOI: 10.34925/EIP.2020.123.10.070 EDN: CRDDTN
2. Автовокзал57 Орёл // Официальный сайт АО «Орелавтотранс». Расписание автобусов Орел АВ. URL: <https://xn--57-6kса9axlzb9b.xn--p1ai/raspisanie-autobusov?from=%D0%9E%D1%80%D0%B5%D0%BB+%D0%90%D0%92> (дата обращения: 10.04.2023)
3. Антонов Е.В. Городские агломерации: подходы к выделению и делимитации // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2020. Т. 13, № 1. С. 180–202. DOI: 10.23932/2542-0240-2020-13-1-10 EDN: UFLQBN
4. Базовая оценка транспортной доступности средствами GRASS GIS и QGIS. URL: <https://gis-lab.info/qa/isochrone-map-grass-qgis.html> (дата обращения: 15.02.2023)
5. Гребеников В.В. и др. Виды транспортной доступности // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2012. № 1 (2). С. 56–61. EDN: RAQTEX
6. Игловская Н.С. Проблемы выделения границ и оценки экономико-географического положения Архангельской агломерации // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия Естественные науки. 2014. № 1. С. 5–12. EDN: SFTKQV
7. Ижгузина Н.Р. Подходы к делимитации городских агломераций // Дискуссия. 2014. № 9 (50). С. 44–52. EDN: SXTOMN
8. Крылов П.М. и др. Проблемы и перспективы территориального планирования формирующихся агломераций (на примере концепции развития Махачкалинской агломерации) // Географическая среда и живые системы. 2021. № 1. С. 70–92. DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-70-92 EDN: TWOGAO
9. Лаппо Г.М. Развитие городских агломераций в СССР. М.: Наука, 1978. 152 с. EDN: FIOIUL
10. Меринов Ю.Н., Меринова Ю.Ю. Делимитация Ростовской агломерации // Интернет-журнал «Науковедение». 2014. Вып. 6 (25). С. 1–13. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/84EVN614.pdf> (дата обращения: 03.03.2024) DOI: 10.15862/84EVN614 EDN: TTHKNV
11. Монастырская М.Е., Песляк О.А. Методика определения границ городских агломераций // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 1. С. 111–121. DOI: 10.12737/article_5c73fc21703586.16507052 EDN: YXMXRJ

Экономическая, социальная и политическая география
Журавлева Е.М., Рогозина Р.Е.

12. Наймарк Н.И., Заславский И.Н. Динамическая типология городских агломераций СССР // Проблемы изучения городских агломераций. М., 1988. 203 с.
 13. Официальный сайт ГИС. Геоинформационные системы. URL: <https://nextgis.ru/> (дата обращения: 05.07.2023)
 14. Перчик Е.Н. Крупные городские агломерации: развитие, проблемы проектирования // Проблемы развития агломераций России. 2009. С. 34–46. EDN: VKVXEP
 15. Пивоваров Ю.Л. Основы георубанистики: урбанизация и городские системы. М.: Владос, 1999. 315 с.
 16. Полян П.М. Территориальные структуры – урбанизация – расселение: теоретические подходы и методы изучения. М.: Новый хронограф, 2014. 785 с. ISBN: 978-5-94881-224-3 EDN: TAYFBZ
 17. Райсих А.Э. Определение границ городских агломераций России: создание модели и результаты // Демографическое обозрение. 2020. Т. 7, № 2. С. 54–96. DOI: 10.17323/demreview.v7i2.11139 EDN: EMTYOG
 18. Стрельников А.И., Семенова О.С. Варианты определения границ агломерации в современных условиях на основе анализа социальных и экономических связей и с применением расчетного моделирования // Транспортное дело России. 2010. № 8. С. 145–155. EDN: QYRHLJ
 19. Хуснутдинова С.Р. Теоретико-методологические вопросы пространственной организации городских агломераций // Пространственная организация общества: теория, методология, практика: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. (7–11 нояб. 2018 г.) / под ред. Т.В. Субботиной, Л.Б. Чупиной. С. 105–110. EDN: ZCMRBJ
 20. Шаймарданова В.В. Картографическое обеспечение задач определения границ городской агломерации // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Географический факультет МГУ. 2024. Т. 30, Ч. 2. С. 556–566. DOI: 10.35595/2414-9179-2024-2-30-556-566 EDN: IOAGMY
 21. Широкова Е.М., Рогозина Р.Е. Анализ коэффициента развитости на примере Орловской городской агломерации: материалы XVIII Международной конференции «Российские регионы в фокусе перемен», Екатеринбург 16–18 ноября 2023 г. С. 51–53.
 22. Широкова Е.М., Рогозина Р.Е. Транспортная доступность как один из критериев определения границ агломерации (на примере формирующейся Орловской агломерации) // Пространственная организация общества: теория, методология, практика: сборник материалов I Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием (7–11 нояб. 2023 г., ПГНИУ) / под ред. Е.В. Коньшева. С. 28–33.
 23. Яндекс.Карты Навигатор онлайн: построение маршрута на карте. URL: <https://yandex.ru/maps/193/voronezh/?ll=39.201660%2C51.711387&mode=routes&rtext=&rtt=mt&z=14> (дата обращения: 20.03.2023)
 24. Kevin Credit Accessibility and agglomeration: a theoretical framework for understanding the connection between transportation modes, agglomeration benefits, and types of businesses // Geography Compass. 2019. 13 (1):e12425. URL: https://www.researchgate.net/publication/332150425_Accessibility_and_agglomeration_A_theoretical_framework_for_undersstanding_the_connection_between_transportation_modes_agglomeration_benefits_and_types_of_businesses (дата обращения: 05.03.2024). DOI: 10.1111/gec.12425
 25. Khalid Mohammed Public Transport Improvement and Its Effects in Transport Project Assessment: A Review of Relevant Literature. URL: <https://community.ite.org/blogs/mr-khalid-mohammed/2021/06/16/public-transport-improvement-on-agglomeration-and> (дата обращения: 05.03.2024)
 26. Lei Wei, Jing Han, Yin Luo, Cheng Bing Li Research on Accessibility of Compound Traffic Network in Urban Agglomeration // August 2018IOP Conference Series Materials Science and Engineering 392 (2018):062165. URL: https://www.researchgate.net/publication/326824305_Research_on_Accessibility_of_Compound_Traffic_Network_in_Urban_Agglomeration. (дата обращения: 05.03.2024) DOI: 10.1088/1757-899X/392/6/062165
- References**
1. Abramova, M.N., Pridvizhkin, S.V., Karmanova, M.M. (2020) ‘Determining the transport accessibility of cities within the Yekaterinburg agglomeration’, *Economics and entrepreneurship*, no. 10 (123), pp. 381–384.
 2. Bus station 57 Orel // The official website of JSC «Orelavtotrans». Orel bus schedule. Available at <https://xn--57-6kcaja9ax-lzb9b.xn--p1ai/raspisanie-avtobusov?from=%D0%9E%D1%80%D0%B5%D0%BB+%D0%90%D0%92> (Accessed 10 April 2023).
 3. Antonov, E.V. (2020) ‘Urban agglomerations: approaches to allocation and delimitation’, *Contours of global transformations: politics, economics, law*. vol. 13, no. 1. pp. 180–202.
 4. Basic assessment of transport accessibility by means of GRASS GIS and QGIS. Available at <https://gis-lab.info/qa/isochrone-map-grass-qgis.html> (Accessed 15 February 2023).
 5. Grebennikov, V.V. et al. (2012) ‘Types of transport accessibility’, *News of universities. Investment. Construction. Realty*. no. 1 (2). pp. 56–61.
 6. Iglovskaya, N.S. (2014) ‘Problems of boundary allocation and assessment of the economic and geographical position of the Arkhangelsk agglomeration’, *Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Natural Sciences*. no. 1. pp. 5–12.
 7. Izhguzina, N.R. (2014) ‘Approaches to the delimitation of urban agglomerations’, *Discussion*. no. 9 (50). pp. 44–52.
 8. Krylov, P.M. et al. (2021) ‘Problems and prospects of territorial planning of emerging agglomerations (on the example of the concept of development of the Makhachkala agglomeration)’, *Geographical environment and living systems*. no. 1. pp. 70–92.
 9. Lappo, G.M. (1978) *The development of urban agglomerations in the USSR*. Moscow: Nauka. 152 p.
 10. Merinov, Y.N., Merinova, Y.Y. (2014) ‘Delimitation of the Rostov agglomeration’, *the online journal «Science Studies»*. 6(25). pp. 1–13. Available at <http://naukovedenie.ru/PDF/84EVN614.pdf> (Accessed 3 March 2024). doi: 10.15862/84EVN614.
 11. Monastyrskaya, M.E., Peslyak, O.A. (2019) ‘Methodology for determining the boundaries of urban agglomerations’, *Bulletin of the BSTU named after V.G. Shukhov*. no. 1. pp 111–121. doi: 10.12737/article_5c73fc21703586.16507052.
 12. Naimark, N.I., Zaslavsky I.N. (1988) ‘Dynamic typology of urban agglomerations of the USSR’, *Problems of studying urban agglomerations*. 203 p.
 13. Official GIS website. Geoinformation systems. Available at <https://nextgis.ru/> (Accessed 05 July 2023).
 14. Percik, E.N. (2009) ‘Large urban agglomerations: development, design problems’, *Problems of development of agglomerations in Russia*. pp.34–46.

Экономическая, социальная и политическая география
Журавлева Е.М., Рогозина Р.Е.

15. Pivovarov, Y.L. (1999) *Fundamentals of geo-urbanism: urbanization and urban systems*. Moscow: Vlados. 315 p.
16. Polyan, P.M. (2014) *Territorial structures – urbanization – settlement: theoretical approaches and methods of study*. Moscow: New chronograph. 785 p.
17. Raisikh, A.E. (2020) ‘Defining the boundaries of urban agglomerations in Russia: creating a model and results’, *Demographic overview*. no. 7 (2). pp. 54–96. doi: 10.17323/demreview.v7i2.11139.
18. Strelnikov, A.I., Semenova, O.S. (2010) ‘Options for determining the boundaries of agglomeration in modern conditions based on the analysis of social and economic relations and using computational modeling’, *The transport business of Russia*. no. 8. pp. 145–155.
19. Khusnutdinova, S. R. (2018) ‘Theoretical and methodological questions of the spatial organization of urban agglomerations’, *The spatial organization of society: theory, methodology, practice*, 7–11 November 2023. pp. 105–110.
20. Shaimardanova, V.V. (2024) ‘Cartographic support for the tasks of defining the boundaries of an urban agglomeration’, *InterCarto. InterGIS*. MSU, Faculty of Geography, 2024. V. 30. Part 2. pp. 556–566. DOI: 10.35595/2414-9179-2024-2-30-556-566 (in Russian).
21. Shirokova, E.M., Rogozina, R.E. (2023) ‘Analysis of the coefficient of development by example Orel urban agglomeration’, XVIII International Conference *Russian Regions in the Focus of Change*. Ekaterinburg, 16–18 November 2023. pp. 51–53.
22. Shirokova, E.M., Rogozina, R.E. (2023) ‘Transport accessibility as one of the criteria for determining the boundaries of the agglomeration (on the example of the emerging Orel agglomeration)’, I All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation *Spatial organization of society: theory, methodology, practice*. 7–11 November 2023. pp. 28–33.
23. Yandex.Maps Navigator online: building a route on the map. Available at <https://yandex.ru/maps/193/voronezh/?ll=39.201660%2C51.711387&mode=routes&rtext=&rtt=mt&z=14> (Accessed 20 March 2023).
24. Kevin Credit (2019) *Accessibility and agglomeration: a theoretical framework for understanding the connection between transportation modes, agglomeration benefits, and types of businesses*, *Geography Compass*. no. 13 (1):e12425. Available at https://www.researchgate.net/publication/332150425_Accessibility_and_agglomeration_A_theoretical_framework_for_understanding_the_connection_between_transportation_modes_agglomeration_benefits_and_types_of_businesses (Accessed 05 March 2024). doi: 10.1111/gec3.12425.
25. Khalid Mohammed (2021) *Public Transport Improvement on Agglomeration and Its Effects in Transport Project Assessment: A Review of Relevant Literature*. Available at <https://community.ite.org/blogs/mr-khalid-mohammed/2021/06/16/public-transport-improvement-on-agglomeration-and> (Accessed 05 March 2024).
26. Lei Wei, et al. (2018) ‘Research on Accessibility of Compound Traffic Network in Urban Agglomeration’, *August 2018 IOP Conference Series Science and Engineering*. no. 392(2018):062165. Available at https://www.researchgate.net/publication/326824305_Research_on_Accessibility_of_Compound_Traffic_Network_in_Urban_Agglomeration. (Accessed 05 March 2024). doi:10.1088/1757-899X/392/6/062165.

Статья поступила в редакцию: 21.03.24, одобрена после рецензирования: 12.02.25, принята к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 21 March 2024; approved after review: 12 February 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Евгения Михайловна Журавлева

Воронежский государственный университет;
394068, Россия, г. Воронеж, ул. Хользунова, 40

e-mail: zhe6760@yandex.ru

Римма Евгеньевна Рогозина

кандидат географических наук, доцент,
заведующий кафедрой социально-экономической
географии и регионоведения,
Воронежский государственный университет;
394068, Россия, г. Воронеж, ул. Хользунова, 40

e-mail: rrogolina@bk.ru

Information about the authors

Evgeniya M. Zhuravleva

Voronezh State University;
40, Holzunova st., Voronezh, 394068, Russia

Rimma E. Rogozina

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Socio-Economic Geography and Regional Studies, Voronezh State University;
40, Holzunova st., Voronezh, 394068, Russia

Вклад авторов

Журавлева Е.М. – сбор и обработка материала, создание картосхем, написание и оформление статьи.

Рогозина Р.Е. – научное редактирование текста.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Evgeniya M. Zhuravleva – material collection and processing; development of map diagrams; writing and formatting of the article.

Rimma E. Rogozina – scientific editing.

The authors declare no conflict of interest.

Экономическая, социальная и политическая география
Камкин Г.Г.

Научная статья

УДК 911.6

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-63-73

EDN: BNHTCL



ТРАНСПОРТНЫЕ БАРЬЕРЫ КАК ФАКТОР ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ КРУПНОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ НОВОЙ МОСКВЫ)

Глеб Григорьевич Камкин

Институт географии РАН, г. Москва, Россия

glebassono@mail.ru, IstinaResearcherID (IRID): 14967855

Аннотация. В июле 2011 г. Правительство Москвы и Правительство Московской области согласовали предложения по очередному изменению границ столицы РФ. Административная территория города в 2011–2012 выросла почти в 2,4 раза (с 1070 до 2561,5 км²) за счет присоединения преимущественно юго-западной части Московской области (части существовавших на тот момент Ленинского, Наро-Фоминского и Подольского районов). Такой пространственный рост по абсолютному показателю уникален для отечественного градостроительства, а по относительному сопоставим только с расширением территории Москвы в 1960 г., когда в состав столицы вошли бывшие части Московской области в пределах МКАД и г. Зеленоград. Присоединенные в 2011–2012 гг. территории объединяет неофициальное название «Новая Москва». В процессе ее территориального развития в 2012–2024 гг. были построены новые и реконструированы существующие автомагистрали и сформированы современные районы жилой и промышленной (включая коммунально-складскую) застройки. В результате Новая Москва оказалась разделена на относительно слабо связанные части – конфигурационные районы, со всех сторон ограниченные внутригородскими транспортными барьерами – автомобильными и железнодорожными магистралями и лесопарками. Разнообразие таких слабо связанных частей Новой Москвы объясняется наличием в пределах данной территории нескольких взаимно пересекающихся крупных радиальных и хордовых (тangenциальных) внутригородских транспортных барьеров. Цель исследования – изучить сложившуюся к 2025 г. сетку внутригородских транспортных барьеров Новой Москвы и выявить образованные ими конфигурационные районы и их географические особенности. Методы исследования – картометрический (основной), описательный, районирование. В результате исследования на территории Новой Москвы выявлено 13 внутригородских транспортных барьеров и 3 конфигурационных района. Выявлена особенность Новой Москвы по сравнению с другими территориями столицы – в ее периферийной части конфигурационные районы находятся в стадии формирования.

Ключевые слова: внутригородской транспортный барьер, скачкообразная урбанизация, магистрализация, поляризация, конфигурационный район

Для цитирования: Камкин Г.Г. Транспортные барьеры как фактор территориальной дифференциации крупного города (на примере Новой Москвы) // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 63–73. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-63-73. EDN: BNHTCL

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-63-73

EDN: BNHTCL

TRANSPORT BARRIERS AS A FACTOR IN TERRITORIAL DIFFERENTIATION OF A BIG CITY (THE CASE OF NEW MOSCOW)

Gleb G. Kamkin

Institute of Geography of the RAS, Moscow, Russia

glebassono@mail.ru, IstinaResearcherID (IRID): 14967855

Abstract. In July 2011 the governments of Moscow and the Moscow Region (Moscow Oblast) approved proposals for a change in the borders of the capital of the Russian Federation. In 2011–2012 the administrative territory of the capital city grew almost 2.4 times mainly due to the incorporation of the southwestern part of the Moscow Region. Such spatial growth is unique for Russian urban planning. The joined territories are known as New Moscow. Its territorial development in 2012–2024 resulted in a network of newly built and reconstructed highways as well as modern housing and industrial areas. In the course of development, New Moscow became divided into rather loosely connected parts – configurative areas, bordered on all sides by intracity transport barriers. The diversity of such parts of New Moscow is due to the



© 2025 Камкин Г. Г. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы ознакомиться с условиями этой лицензии, посетите сайт <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Экономическая, социальная и политическая география
Камкин Г.Г.

presence within its territory of several large radial and chordal (tangential) intracity transport barriers. The paper aims to study the network of intracity transport barriers of New Moscow that has developed by 2025 and to identify the configurative areas formed by them as well as the geographical features of these areas. The research methods employed are cartometric (the basic one), descriptive, and zoning. The study has identified 13 intracity transport barriers and 3 configurative areas on the territory of New Moscow. The peculiarity of New Moscow in comparison with the old part of the city is that there are some configurative areas being formed in its peripheral part.

Keywords: intracity transport barrier, spasmodic urbanization, magistralization, polarization, configurative area

For citation: Kamkin, G.G. (2025). Transport barriers as a factor in territorial differentiation of a big city (the case of New Moscow). *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 63–73. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-63-73. EDN: BNHTCL

Введение

Москву как отдельный территориальный полигон исследований в области социальной и экономической географии начали изучать в последние десятилетия советского периода, когда для ученых стала очевидна значительная территориальная дифференциация в пределах административных границ столицы.

Целью данного исследования является изучение сложившихся к 2025 г. внутригородских транспортных барьеров Новой Москвы, представленных крупными радиальными автомагистралями, и выявление конфигурационных районов (в терминологии Родомана Б.Б.) в пределах Новой Москвы. Для этого требуется составить список внутригородских транспортных барьеров Новой Москвы, определить степень их транспортной барьерности, показать, что она значительна для всех выявленных внутригородских транспортных барьеров территории, и выявить конфигурационные районы Новой Москвы с их спецификой.

Районирование Москвы рассматривалось в рамках градостроительного подхода (Барбаш Н.Б., Минц А.А.), культурно-исторического подхода (Беспрозванный Н.Ю.), анализа развития Московской агломерации (Трейвиш А.И., Нефедова Т.Г., Кириллов П.Л., Махрова А.Г., Бабкин Р.А.), изучения микрогоеографии города (Саушкин Ю.Г., Вендина О.И., Левинтов А.Е.), кластерного анализа (Слука Н.А., Твердов И.К.). Каждый из вышеперечисленных авторов исследовал узловые районы Москвы, взаимодействующие между собой. Границы районов (кроме административных) определялись как линии с наименьшими значениями изучаемых учеными показателей, тогда как максимальные значения показателей или наибольшее распространение процессов и явлений были присущи ядрам выделенных или выявленных районов. Такие подходы к определению границ соответствуют идеям сетевого анализа в современной американской социально-экономической географии (Адамс Р., Берри Б., Блэк У., Коогроув Д., Масей Д., Минхи Д., Вильсон Б.).

На территории Москвы, как и во многих других крупных городах мира, в постиндустриальный период развития возник парадокс внутригородской границы как районаобразующего фактора, так как после диверсификации экономики как ранее развитого индустриального города изменилась система перемещений социальных групп по городу: потоки стали менее ориентированы на центрально-периферийные связи и более ориентированы на хордовые взаимосвязи соседних районов. Данный парадокс на примере различных городов и городских агломераций рассматривался в отдельных научных работах еще в 1970-е гг., но только в последние 10 лет появилось значительное число статей по данной тематике, которые касаются преимущественно крупных городов средне-развитых стран.

Существующие проблемы связности и связности территорий столицы осложнились после присоединения Новой Москвы, в пределах которой темпы возведения жилой застройки кратно превышают скорость строительства новых элементов дорожно-транспортной инфраструктуры. Для частичного решения транспортных проблем Новой Москвы на ее территории была создана система магистралей, которая разделила пространство этой части города на слабо связанные между собой части, выступая в роли внутригородских транспортных барьеров. Некоторые из этих частей полностью обособились от других территорий Новой Москвы и образовали так называемые конфигурационные районы.

Конфигурационные районы в городах – территориальные системы, характерные для крупных городов, которые:

- 1) расположены строго в пределах административных границ городов;
- 2) являются инверсией узловых районов, то есть в роли центров для изучаемых районов выступают приграничные зоны вдоль магистралей;
- 3) со всех сторон ограничены магистралями (автомобильными или железнодорожными) или крупными промышленными или лесопарковыми зонами, которые выполняют для данных районов барьерную функцию и обеспечивают демаркацию границ.

По своим характеристикам внутригородские транспортные барьеры и конфигурационные районы городов морфологически схожи с государственными границами и странами с полностью демаркированными границами соответственно, а их отличия заключаются в крупномасштабном изучении территорий в городах по сравнению со исследованиями стран (в общем случае) и пониженном уровне их административной и экономической сегрегации (ввиду исследования объектов, заведомо имеющих сильные взаимосвязи).

Экономическая, социальная и политическая география
Камкин Г.Г.

Магистрализация и сопутствующая ей поляризация городских пространств, в результате которой усиливается территориальная дифференциация и появляются новые районы, сопровождают процесс урбанизации по всеместно. Однако, чем выше скорость урбанизации, тем выше вероятность возникновения застроенных земель, окруженных внутригородскими транспортными барьерами.

Обзор ранее выполненных исследований

Автором в 2018–2020 гг. было выявлено наличие внутригородских транспортных барьеров и конфигурационных районов города (ранее называемых недостаточно точно барьерно-городскими районами) в Москве [7, 8] и Санкт-Петербурге [5], а также проведено сравнение сеток внутригородских транспортных барьеров Казани и Нижнего Новгорода [6]. Целью данной работы является исследование влияния магистрализации и поляризации Новой Москвы на формирование конфигурационных районов города.

Конфигурационные районы в данной работе рассматриваются, исходя из терминологии Родомана Б.Б. [16]. Для таких районов ведущим фактором появления является процесс формирования границ.

Продолжая идеи Родомана Б.Б., Каганский В.Л. [4, с. 17] вводит представление о «трассе-границе» (в нашей терминологии – магистрали как объекте с контактной продольной и барьерной поперечной функцией): «Радиальная трасса, пересекающая первоначальную границу, ставшую преимущественно барьером, оказывается контактной границей. Трасса-граница, будучи воплощена в сооружениях, необходимых для обеспечения магистрализации потоков, уже не может быть пересечена в любом месте и на ином территориальном уровне оказывается барьерной границей. Можно даже высказать предположение о чередовании функций трасс при переходе от уровня к уровню – окаймление городов, агломераций, кварталов трассами это подтверждает».

Шувалов В.Е. [21, с. 33] полагает, что «функция границы района обусловливается замыканием на конкретной территории районаобразующего процесса и, в свою очередь, сама способствует этому замыканию, усиливая интеграционные процессы в пределах оконтуриваемой ею территории». Шувалов В.Е. [21] конструирует простейший и взвешенный показатели степени барьерности границы, выраженные как соотношение между расстоянием между двумя точками смежных районов на карте (по прямой) и расстоянием между ними по автодорогам (в первом случае) и то же самое с поправкой на вес (роль) местных особенностей территории. Шувалов В.Е. подчеркивает объективность наличия контактной и барьерной функций границ в их неразрывной связи [19, 20].

Горностаева Г.А. [2] в процессе изучения урбанизированных ареалов столкнулась с проблемами внешнего ограничения таких ареалов, влияния административной городской черты на рост города и его фактическую границу, а также роль транспортных магистралей, продвигающих городскую застройку в радиальном направлении при сдерживании ее по периметру. В Новой Москве возникла уникальная ситуация, когда внешнее ограничение урбанизированного ареала не оценено, а административная граница выходит далеко за пределы высокоурбанизированной зоны.

Тархов С.А. [18, с. 74] рассматривает виды препятствий по отношению к транспорту. Барьерами Тархов С.А. считает «линейные препятствия», которые «нередко служат границами ареалов, но могут выделяться и внутри ареалов как незамкнутые линии, пересекающие и задерживающие транспортный поток». С точки зрения Тархова С.А. [18, с. 74], «граница никогда не соединяет места между собой. Эту функцию выполняют только транспортные пути (или вообще любые коммуникационные линии)». Важнейшим для нашей работы является замечание Тархова С.А. [18, с. 76]: «Если граница узловых районов проходит по дороге, интенсивно обслуживающей оба района, то она может лишь быть условной линией, не совпадающей с реальным «водоразделом» районообразующих транспортных потоков. По-видимому, именно этот предельный случай вырождения границы как препятствия послужил одним из источников парадоксальной концепции единства барьерной и контактной функции границ».

Изучение географических границ невозможно без понимания смысла их формирования и функционирования. В кандидатской диссертации Григоричева К.В. [3] представлена фиксация пространственной структуры через систему границ. Межгосударственные, межрегиональные и межмуниципальные границы действительно фиксируют пределы осуществления конкретных форм и видов экономической деятельности и, как верно отмечает Григоричев, с их помощью определяются объекты управления, в результате границы, невидимые на местности, начинают приобретать барьерные различия. В таком случае барьерные различия и определяют основные факторы образования районов по обе стороны от географического барьера.

В ситуации внутригородского транспортного барьера сложнее определить, что именно он разделяет, чем обозначить его присутствие на карте и в географическом пространстве. В статье Карловой Е.В. и Харченко С.В. [9] отмечается практическое отсутствие работ, посвященных изучению влияния природных барьеров на географические границы вернакулярных районов. При этом для урбанистов очевидна фрагментация городов транспортными (и не только) барьерами на различные части, которые, как минимум, являются потенциальными узловыми районами, как это показано в работах Машковского В.В. [11] и Смирнова И.П. [17].

Новая Москва как объект исследования в социально-экономической географии впервые была изучена в путеводителе по Новой Москве [12], созданном Митиным И.И. в соавторстве с Лебедевой Е.А. и Лифановой С.В. Далее, в 2018 г., вышел сборник «Старая и Новая Москва: тенденции и проблемы развития». Рассмотрим несколько работ из этого сборника.

Экономическая, социальная и политическая география
Камкин Г.Г.

В статье Махровой А.Г. и Кириллова П.Л. [10] показаны изменения плотности населения, общих коэффициентов рождаемости, смертности и естественного прироста по муниципалитетам Новой Москвы; даны представления о возрастном составе населения, рынке труда, уровне обеспеченности жильем и доходах муниципальных бюджетов (все – по состоянию на 2016 г.). Главная проблема полученных результатов – значительные различия в расселении и размещении промышленных объектов в пределах обширных по меркам старой Москвы муниципалитетов.

В статье Битюковой В.Р. [1] исследуется территориальная дифференциация загрязнения Новой Москвы. Показан уровень выбросов в атмосферу от автотранспорта по муниципальным районам Новой Москвы; наибольшее количество выбросов концентрируется на территориях, через которые в 2024 г. проходит магистраль Солнцево – Бутово – Варшавское шоссе. Таким образом, магистрализация в Новой Москве усиливает существующие тенденции территориальных различий.

Неретин А.С. [14] изучает пространственную структуру транспортной системы Новой Москвы и описывает основные магистрали на территории, а затем показывает структуру выполняемых рейсов всех автобусных маршрутов. Согласно данным автора, по состоянию на 2018 г. абсолютное большинство маршрутов Новой Москвы связывали ее территории со станциями метрополитена или железной дороги; тем самым была подчеркнута высокая транзитная функция территорий. Автор показал три местных центра притяжения маршрутов – два бывших города из трех (Московский и Троицкий) и крупный сельский населенный пункт Вороново, являющийся локальным центром для транспорта наиболее отдаленной части Новой Москвы. Также Неретин А.С. вводит понятие барьерных ареалов – преимущественно лесных или лесопарковых зон, которые разделяют автодорожную сеть Новой Москвы вне магистралей на относительно слабо связанные фрагменты.

В статье Попова А.А. [15] Новая Москва рассматривается как полигон для массового строительства жилой недвижимости. Отмечено, что инвестиционная привлекательность Новой Москвы в разные периоды с 2011 по 2017 г. была неодинакова и заключалась преимущественно в наличии незастроенных пространств и более дешевых, чем в «старой» Москве, ценах на землю и недвижимость. Попов А.А. показывает: численность населения Новомосковского административного округа меньше численности населения «Старой Москвы» более чем в 50 раз, но объем новой жилой недвижимости в «Старой Москве» всего на 20 % больше.

В работе Нефедовой Т.Г. «Новая Москва за пределами ее городов» [13] изучаемая территория рассматривается как сложная мозаика сельских, городских, лесных, садовых и полевых ландшафтов. Автор статьи указывает на ведущую проблему новых жителей территории – нехватку объектов транспортной и социальной инфраструктуры. Этот недостаток Правительство Москвы стремится компенсировать строительством метрополитена в наиболее застроенной части Новой Москвы; по состоянию на ноябрь 2024 г., в Новой Москве введено в эксплуатацию 7 станций Сокольнической линии на участке от «Румянцево» до «Потапово» и станция Троицкой линии «Тютчевская». Частично проблему медицинского обслуживания населения Новой Москвы решило открытие больницы «Коммунарка».

В статье Аргенбрайта Р. (R. Argentbright) [25] показано, что идея размещения крупных министерств и ведомств в Новой Москве оказалась ошибочной. Она сочетала в себе экстремальную дороговизну проектов и отсутствие реальных предпосылок для создания новых офисов таких организаций. Кроме того, Новая Москва превратилась в крупный полигон деятельности частных застройщиков; к 2017 г. уже было построено несколько десятков миллионов квадратных метров нового жилья.

В иностранных источниках понятие «внутригородской барьерно-городской район» отсутствует, однако скачкообразная динамика урбанизации в последние 50 лет, результатом которой становятся городские районы, расположенные между магистралями, изучается в работах географов из арабских стран, посвященным проблематике закрытых территорий (gated communities) крупного масштаба в арабских городах [22, 23, 24]. Некоторые китайские и арабские ученые называют такие территории «городами за стенами» (walled cities, см. [26] и [28]). Директивный подход к управлению городами и к формированию внутригородских районов, ограниченных магистралями, рассматривается в исследовании иранского географа Джаванмарди Л. «Урбанизм в диктатуре: Возникновение пространственной сегрегации, навязываемой правительством» [27]. В городах мусульманских стран отмечается значительно большее количество внутригородских транспортных барьеров, чем в российских городах, так как в постсоветских странах магистрализация как процесс более значима, чем поляризация городских пространств (а относительная монотонность вновь создаваемых городских районов должна частично препятствовать поляризации), в мусульманских государствах больше внимания уделялось поляризации городских пространств и размежеванию территорий для частичной сегрегации мест проживания и осуществления экономической деятельности различных социальных страт, этнических и конфессиональных групп.

Материалы и методы исследования

Исследование автора базируется на данных информационно-справочных материалов Института генерального плана Москвы и портала Строительного комплекса Москвы. Сеть магистралей Новой Москвы приведена по состоянию на ноябрь 2024 г. Согласно более ранним исследованиям автора статьи [5, 6, 7, 8], внутригородскими транспортными барьерами являются географические объекты – препятствия, которые невозможно пересечь пешеходу в любом случайно выбранном месте без риска для жизни и поперечный размер которых составляет не

Экономическая, социальная и политическая география
Камкин Г.Г.

менее, чем ширина шестиполосной автомобильной дороги, включая полосы отчуждения, или двухпутной магистральной железной дороги в городских условиях. В пригородных условиях аналогичный барьерный эффект со-здастся четырех- и более полосными автомобильными магистралями, а также двухпутными и многопутными же-лезными дорогами.

Важнейшие характеристики внутригородских транспортных барьеров – это их длина (L), ширина (B), пло-щадь ($S_b = L * B$), площадь минимального барьера периметра (S_p), количество пересекающих транспортный барьер пешеходных (N_h), автомобильных (N_a) и железных (N_r) дорог. Шириной транспортного барьера является поперечный размер дорожного полотна без учета прилегающих зон отчуждения (которые могут варьировать в зависимости от особенностей местности). Площадь минимального барьера периметра – это площадь внутри периметра, образованного автодорогами, по которым можно объехать на автомобиле внутригородской транс-портный барьер. Важно отметить, что в России с ее низкой плотностью железных дорог введение показателя, аналогичного площади минимального барьера периметра, для железнодорожных магистралей некорректно, так как даже в пределах Москвы и Санкт-Петербурга такие показатели будут экстремально высокими и неудоб-ными для расчетов.

Для расчета уровня поперечной транспортной барьерности внутригородских транспортных барьеров (то есть степени их пересекаемости) автором вводятся следующие формулы.

Количество всех пересечений считается по формуле:

$$N = \sqrt[3]{(N_p \cdot N_a \cdot N_r)} \quad (1)$$

в случае отсутствия параметра N_r превращается в:

$$N = \sqrt[3]{(N_h \cdot N_a)}. \quad (2)$$

Коэффициент линейной транспортной барьерности вычисляется по формуле:

$$K_1 = L / N. \quad (3)$$

Коэффициент полигональной транспортной барьерности вычисляется по формуле:

$$K_2 = S_p / S_b. \quad (4)$$

Общий коэффициент транспортной барьерности вычисляется по формуле:

$$P = K_1 \cdot K_2. \quad (5)$$

После определения степени барьерности магистралей Новой Москвы согласно формулам (1), (2), (3), (4), (5) автор рассматривает конфигурационные районы города, которые существуют или развиваются на террито-риях между внутригородскими транспортными барьерами.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 представлены линейные характеристики внутригородских транспортных барьеров Новой Москвы. Для магистралей, которые пересекают как Новую Москву, так и южную часть Московской области, отдельно выделены участки в пределах ТИНАО в порядке удаленности от МКАД (1-й, 2-й, 3-й). Все данные приведены для магистралей и их участков строго в пределах административных границ Новой Москвы. Учиты-ваются только сквозные пересечения, то есть пересекающие внутригородской транспортный барьер.

Таблица 1
Table 1

Линейные характеристики внутригородских транспортных барьеров Новой Москвы
Linear characteristics of intracity transport barriers of New Moscow

Внутригородской транспортный барьер	$L, \text{ км}$	Число пересечений			N	K_1
		автомо-бильных	железно-дорожных	пешеход-ных		
Симферопольское шоссе (участок)	3,4	1	0	5	2,45	1,38
Калужское шоссе	30,1	10	0	35	18,70	1,61
Курское направление железной дороги (участок)	5,1	2	0	5	2,65	1,91
Киевское направление железной дороги (2-й участок)	9,0	2	0	8	4,00	2,25
Солнцево – Бутово – Варшавское шоссе	10,7	6	0	13	4,36	2,45
Киевское шоссе (2-й участок)	11,4	3	1	5	3,87	2,95
Московская кольцевая автомобильная дорога	8,3	2	0	5	2,65	3,13

Экономическая, социальная и политическая география
Камкин Г.Г.

Окончание табл. 1

Внутригородской транспортный барьер	L, км	Число пересечений			N	K1
		автомобильных	железно-дорожных	пешеходных		
Киевское шоссе (1-й участок)	24,0	5	0	10	7,07	3,39
Киевское направление железной дороги (1-й участок)	7,0	1	0	3	2,00	3,50
Боровское шоссе	12,1	5	1	14	8,37	4,12
Центральная кольцевая автомобильная дорога	25,0	8	0	2	4,00	6,25
Киевское направление железной дороги (3-й участок)	11,3	1	1	5	1,71	6,61
Большое кольцо Московской железной дороги	49,2	5	1	14	4,12	11,95

Максимальный линейный коэффициент транспортной барьерности (соответствует минимуму контактности) характерен для участка Большого кольца Московской железной дороги (11,95), которая расположена в относительно слабо заселенной части Троицкого административного округа, наименьший (1,38) – для небольшого участка Симферопольского шоссе. Разница между минимальным и максимальным значениями линейного коэффициента барьерности составляет 8,66 раза.

В таблице 2 показаны площади внутригородских транспортных барьеров и барьерных периметров, полигональный, линейный и общий коэффициенты транспортной барьерности.

Таблица 2
Table 2

Полигональные характеристики внутригородских транспортных барьеров Новой Москвы,

линейный и общий коэффициенты барьерности

Polygonal characteristics of intracity transport barriers of New Moscow,

linear and total coefficients of the barrier function

Внутригородской транспортный барьер	S _b , кв. км.	S _p , кв. км.	K2	K1	P
Курское направление железной дороги (участок)	0,3	16,8	56,00	1,91	149,52
Солнцево – Бутово – Варшавское шоссе	1,0	72,3	72,30	2,45	177,14
МКАД	0,9	91,8	102,00	3,13	319,26
Симферопольское шоссе (участок)	0,2	52,4	262,00	1,38	361,56
Киевское направление железной дороги (1-й участок)	0,4	52,3	130,75	3,50	457,63
Киевское направление железной дороги (3-й участок)	3,4	318	93,53	6,61	618,23
Боровское шоссе	0,6	94	156,67	4,12	645,48
Киевское направление железной дороги (2-й участок)	0,4	121	302,50	2,25	680,63
Киевское шоссе (1-й участок)	1,9	410	215,79	3,39	731,53
Калужское шоссе	2,2	1438	653,64	1,61	1052,36
БКМЖД	9,2	1597	173,59	11,95	2074,40
ЦКАД	1,4	1636	1168,57	6,25	7303,56
Киевское шоссе (2-й участок)	0,2	1129	5645,00	2,95	16652,75

Максимальное значение показателя полигональной барьерности среди внутригородских транспортных барьеров Новой Москвы принадлежит второму участку Киевского шоссе (5645,00), расположенного на значительном удалении от МКАД, минимальное – участку Курского направления железной дороги (56,00). Разница между максимальным и минимальным значениями полигонального коэффициента барьерности составляет почти 101 раз. При этом различие между максимальным (16652,75) и минимальным (149,52) значениями общего коэффициента барьерности составляет более 111 раз.

Экономическая, социальная и политическая география
Камкин Г.Г.

Внутригородские транспортные барьеры-магистрали Новой Москвы автор разделяет на три типа по степени общей транспортной барьерности (высоко-барьерные, $K>1000$; среднебарьерные, $500<K\leq1000$; низко-барьерные, $K<500$).

На рисунке 1 в пределах Новой Москвы показаны ее конфигурационные районы (включая формирующиеся).

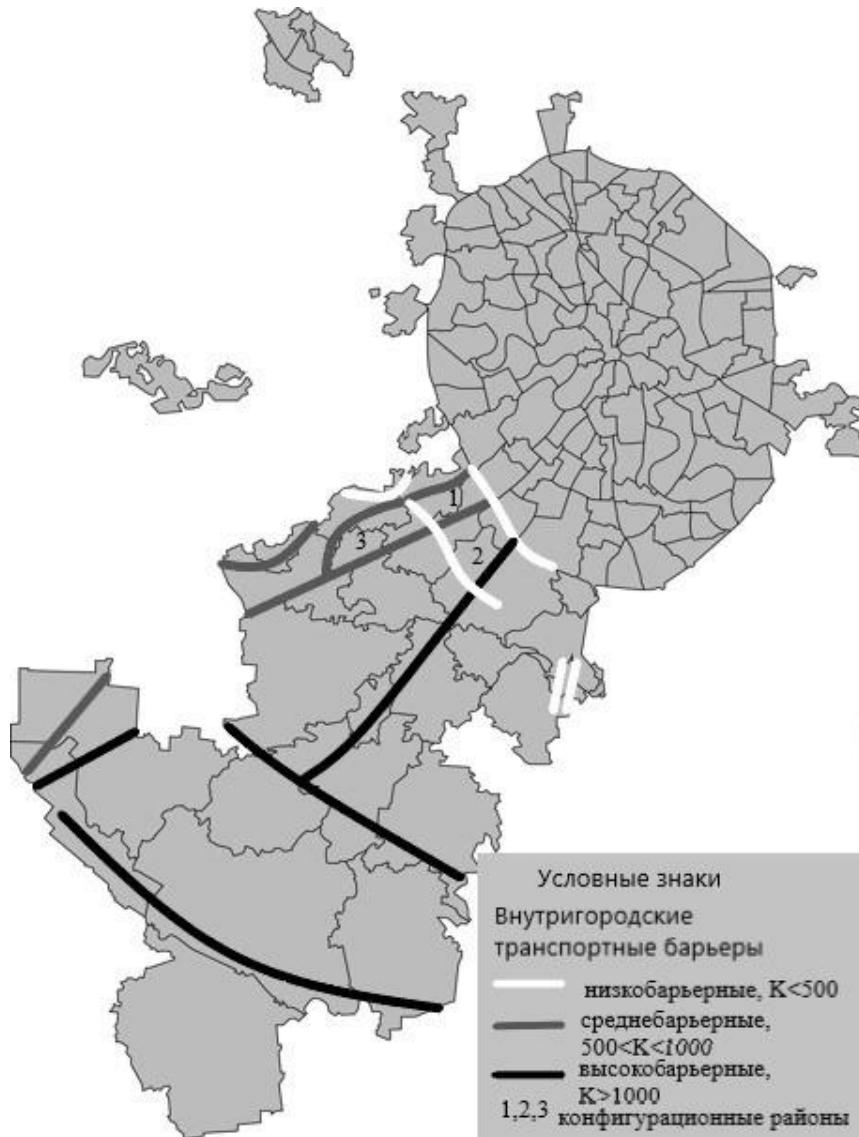


Рис. 1. Конфигурационные районы Новой Москвы.

Границы муниципальных образований даны на 1 января 2024 г. Цифрами обозначены конфигурационные районы, все их границы по состоянию на 2024 г. определены и представлены внутригородскими транспортными барьерами (1 – «Город Солнцево», 2 – «Мосрентген», 3 – «Внуково»). Частично замкнутые контуры являются формирующими конфигурационными районами. Территории административных районов Северное и Южное Бутово, входящих в состав «Старой Москвы», исключены из рассмотрения

Fig 1. Configurative areas of New Moscow.

The boundaries of intracity municipalities are shown as of January 1, 2024. The figures indicate the configurative areas, all their borders as of 2024 are defined and represented by intracity transport barriers (1 – Solntsevo City, 2 – Mosrentgen, 3 – Vnukovo). Developing configurative areas are presented with open contours. The territories of North and South Butovo, being parts of Old Moscow, are excluded.

Рассмотрим конфигурационные районы Новой Москвы. Конфигурационный район 1 условно можно назвать «*Город Солнцево*». Его площадь составляет 19,7 км². Основную территорию района занимает большая часть бывшего города Солнцево, включенная в состав Москвы в 1984–1985 гг. Район включает в себя большую часть административного района Солнцево и юго-восток административного района Ново-Переделкино с учетом земель, в 2012–2024 гг. входивших в состав поселения Московский Новомосковского административного округа

Экономическая, социальная и политическая география
Камкин Г.Г.

(именно поэтому, несмотря на административное подчинение с 08.05.2024 «Старой Москве», мы рассматриваем этот район в рамках Новой Москвы).

Основные части района – квартально-микрорайонная жилая застройка на севере, промышленная зона в центре и на юге, участки леса на юго-западе и востоке. В составе территории – деревни Говорово и Румянцево, а также ряд садоводческих некоммерческих товариществ. Район неоднороден из-за наличия внутригородского транспортного барьера – долины реки Сетунь, которая разделяет «Солнцевскую» и «Новопеределкинскую» части района.

На территории по состоянию на 2025 г. построены станции Московского метрополитена «Боровское шоссе», «Говорово», «Румянцево», «Солнцево» и находится часть выходов со станции метрополитена «Новопеределкино». Границами данного конфигурационного района являются: МКАД (с 1961 г.), Киевское шоссе (с 1976 г.), Боровское шоссе (с 1988 г.) и участок проектируемого проезда № 7085 (с 2023 г.).

Конфигурационный район 2 условно можно назвать **«Мосрентген»** по бывшему поселку городского типа Мосрентген, примыкающему с внешней стороны к МКАД. Площадь составляет 24,8 км². Территория района крайне неоднородная и находится в процессе постепенной реконструкции, включает в себя участки крупнейшего в Москве Хованского кладбища и относительно крупные земельные участки складских помещений и реже – промышленных предприятий.

Разнородные территории района связаны между собой участками Калужского и Киевского шоссе, а с 2019 г. – участком Сокольнической линии Московского метрополитена (станция Саларьево на севере района, станции Филатов Луг и Прокшино – на западе и юго-западе района соответственно, на границе с застраивающимися микрорайонами бывшего города Московский и сельскими территориями в составе Новой Москвы). В 2024 г. на востоке конфигурационного района открыты станции метрополитена «Корниловская» и «Тютчевская».

Для формирования относительно высокой связности территорий внутри района созданы новые элементы улично-дорожной сети – улица Адмирала Корнилова (2013 г., связывает Калужское и Киевское шоссе), Саларьевская улица (2019 г., проходит вдоль Сокольнической линии метрополитена от станции Саларьево до магистрали Солнцево – Бутово – Варшавское шоссе вблизи станции Филатов Луг), Филимонковское шоссе (2022 г., в пределах данного района связывает станцию метрополитена Филатов Луг с центральной частью Мосрентгена).

Границами конфигурационного района являются: участок МКАД (с 1961 г.), расширенное Киевское шоссе (с 1976 г.), расширенное Калужское шоссе (с 2017 г.), Филатовское шоссе (с 2018 г., часть хордовой магистрали Солнцево – Бутово – Варшавское шоссе).

Конфигурационный район 3 условно можно назвать **«Внуково»**, так как в его состав полностью входит территория Международного аэропорта Внуково. Площадь составляет 28,2 км². В состав района входят: застройка большей части поселка при аэропорте Внуково (кроме части района к северу от Боровского шоссе) с прилегающими сельскими населенными пунктами, деревня Рассказовка с соседним по отношению к ней крупным жилым комплексом Рассказово, микрорайон Солнцево-Парк с примыкающей к нему деревней Пыхтино, а также Боровский парк и Ульяновский лесопарк. На территории функционируют станции Московского метрополитена «Внуково» и «Пыхтино».

По сравнению с конфигурационными районами 1 и 2 для района 3 характерно недостаточное количество хордовых связей. По состоянию на 2025 г. в пределах района находятся две почти параллельные автодороги вблизи аэропорта и автодорога от Рассказовки до Киевского шоссе. В результате территориальная структура конфигурационного района 3 крайне неоднородная, связи вне внутригородских транспортных барьеров ослабленные.

Еще более сложная картина территориальных различий наблюдается в остальной части Новой Москвы, где конфигурационные районы находятся еще только в стадии формирования. Для таких территорий, как минимум, одна граница не будет внутригородским транспортным барьером. Каждый из таких формирующихся районов представляет собой сочетание крайне разнородных частей сельско-городского континуума, слабо связанных между собой и притягивающихся к внутригородским транспортным барьерам (которые являются основными, а в ряде случаев единственными путями сообщения со «Старой Москвой» и с другими городами). Часть новых внутригородских транспортных барьеров Новой Москвы построена таким образом, что контактная роль их снижена; они пересекают крупные лесные и лесопарковые массивы или проложены параллельно участкам магистральных железных дорог; в результате они усиливают роль существующих внутригородских транспортных барьеров.

Заключение

1. На территории Новой Москвы с 2012 по 2024 г. частично сформировалась сетка внутригородских транспортных барьеров, представленная новыми автомагистралями, в том числе хордовыми, которые имеют очень высокое значение барьерной функции при не всегда очевидных контактных свойствах.

2. Чем дальше от центра Москвы находится участок внутригородского транспортного барьера, тем больше у него значение коэффициента полигональной транспортной барьерности, что связано с многократным уменьшением плотности сети автодорог при удалении на несколько десятков километров от столицы.

3. В отличие от «Старой Москвы» в Новой Москве на данный момент сформированы только основные транспортные оси, поэтому внутренние структуры конфигурационных районов в той или иной степени еще в процессе становления.

Экономическая, социальная и политическая география
Камкин Г.Г.

4. В Новой Москве, несмотря на активную застройку, в большинстве случаев сохраняется сложившийся к концу 2000-х гг. сельский континуум, особенно на удаленных от МКАД территориях. Такая ситуация отличается от «Старой Москвы», где сельский континуум либо превращался в городской на протяжении веков (центр столицы), либо был уничтожен для строительства советских кварталов, микрорайонов и планировочных районов.

Исходя из изученного опыта строительства Новой Москвы, можно предложить следующие решения для оптимизации ее территориальной дифференциации.

Во-первых, каждый новый внутригородской транспортный барьер может быть построен таким образом, чтобы не образовывать пересечений с другими в одном уровне; это позволит создавать более удобные для жителей транспортно-пересадочные узлы; примером является часть трассы Солнцево – Бутово – Варшавское шоссе к востоку от конфигурационного района Мосрентген.

Во-вторых, достаточно оптимальным вариантом расположения внутригородского транспортного барьера является его нахождение внутри крупного лесопаркового массива; в таком случае собственная барьерная функция транспортного барьера не очень значима (она много меньше барьерной функции лесопарков), а контактная очевидна.

В-третьих, на новых территориях вполне допустимо отказаться от полного копирования модели городского пространства; Новая Москва не обязана быть структурно идентичной «Старой Москве»; здесь возможны более плавные смены функциональных зон и более низкие уровни линейной и полигональной транспортной барьерности при рациональной застройке и оптимальном землепользовании. Вместо магистралей можно предложить создать густую сеть небольших, преимущественно хордовых, автодорог с двумя полосами, каждая из которых будет иметь пониженные значения линейной транспортной барьерности, а относительно небольшое расстояние между такими автодорогами предотвратит повышенную полигональную транспортную барьерность. Однако для решения таких задач следует завершить все существующие территориальные конфликты между застройщиками, собственниками недвижимости и пользователями земель в Новой Москве.

Библиографический список

1. Битюкова В.Р. Экологический фактор развития в Новой Москве: старые проблемы на новой территории. // Старая и Новая Москва: тенденции и проблемы развития: сб. науч. ст. М.: Изд. ИП Матушкина И.И., 2018. С.120–142. EDN: OTWCAR
2. Горностаева Г.А. Проблема ограничения урбанизированного района (на примере Подмосковья) // Географические границы / под. ред. Б.Б. Родомана и Б.М. Эккеля. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 64–73. EDN: VNSBBZ
3. Григорьев К.В. Пригородные сообщества как социальный феномен: формирование социального пространства пригорода: дис. на соиск. уч. степ. док-ра соц. наук. Иркутск, 2014. 307 с. EDN: YLAKSL
4. Каганский В.Л. Географические границы: противоречия и парадоксы // Географические границы / под. ред. Б.Б. Родомана и Б.М. Эккеля. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 7–19.
5. Камкин Г.Г. Барьерность в городской среде и локальный патриотизм // Балтийский регион: актуальные проблемы развития и преобразования природной и социокультурной среды: материалы межд. науч.-прак. конф. 22–23 ноября 2018. Псков, 2018. С. 167–174. EDN: YRQZMD
6. Камкин Г.Г. Сравнение барьерно-городских ареалов Казани и Нижнего Новгорода // Староосвоенные районы: генезис, исторические судьбы, современные тренды развития: материалы сессий Экономико-географической секции Международной академии регионального развития и сотрудничества / отв. ред. В.Н. Стрелецкий. 2019. Т. 35. С. 113–122. EDN: KSGTXM
7. Камкин Г.Г. Барьерность городской среды и ее количественная оценка // Известия РАН. Серия Географическая. 2020. № 1. С. 27–36. DOI: 10.31857/S2587556620010094 EDN: ISLVYB
8. Камкин Г.Г. Влияние барьерности на формирование и развитие транспортного каркаса города (на примере Юго-Запада Москвы) // Региональные исследования. 2020. № 4. С. 72–81. DOI: 10.5922/1994-5280-2020-4-6 EDN: LTPZCS
9. Карлова Е.В., Харченко С.В. О связи географических границ городских вернакулярных районов с природными рубежами (на примере крупных городов Центральной России) // Региональные исследования. 2014. № 2 (44). С. 112–123. EDN: SILFCZ
10. Махрова А.Г., Кириллов П.Л. Новая Москва: старые и новые черты социально-экономического развития // Старая и Новая Москва: тенденции и проблемы развития: сб. науч. ст. М.: Изд. ИП Матушкина И.И., 2018. С. 89–119. EDN: URKCMW
11. Машковский В.В. Фрагментация малого города как барьер для ревитализационной деятельности // Инновации и инвестиции. 2021. № 2. С. 156–158. EDN: HZFMEJ
12. Митин И.И., Лебедева Е.А., Лифанова С.В. Новая Москва: путеводитель по Троицкому и Новомосковскому окружам. М., 2014. 339 с.
13. Нефедова Т.Г. Новая Москва за пределами ее городов // Старая и Новая Москва: тенденции и проблемы развития: сб. науч. ст. М.: Изд. ИП Матушкина И.И., 2018. С. 184–218. EDN: XQEDQT
14. Неретин А.С. Пространственная структура транспортной системы Новой Москвы // Старая и Новая Москва: тенденции и проблемы развития: сб. науч. ст. М.: Изд. ИП Матушкина И.И., 2018. С. 143–158. EDN: XQEDRR
15. Попов А.А. География покупок жилой недвижимости в строящихся домах в Московском регионе в 2010-е годы // Старая и Новая Москва: тенденции и проблемы развития: сб. науч. ст. М.: Изд. ИП Матушкина И.И., 2018. С. 159–183. EDN: URKDDE
16. Родоман Б.Б. Основные типы географических границ // Географические границы / под. ред. Б.Б. Родомана и Б.М. Эккеля. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 19–33. EDN: VNWIUP

Экономическая, социальная и политическая география
Камкин Г.Г.

17. Смирнов И.П. Пространственная структура малых городов: подход к типологии (по материалам Центральной России) // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2023. Т. 78, № 2. С. 22–35. DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.3 EDN: KXOMIK
18. Тархов С.А. Типы взаимодействия транспортных путей с линейными препятствиями // Географические границы / под. ред. Б.Б. Родомана и Б.М. Эккеля. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 73–80. EDN: VNSBAV
19. Шувалов В.Е. Понятие границы и эффекта пограничности и их место в экономико-географических исследованиях: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1980. 24 с. EDN: VKVXTZ
20. Шувалов В.Е. Барьера и связующая функции административных границ и их роль в территориальной организации производства и расселения // Территориальная организация производства и проблемы расселения. Свердловск: Изд-во СГПИ, 1981. С. 32–40. EDN: XTTQTB
21. Шувалов В.Е. Географическая граница как фактор районаобразования // Географические границы / под. ред. Б.Б. Родомана и Б.М. Эккеля. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 33–38. EDN: VITUCJ
22. Abed A.R., Mabdeh S.N., Nassar A. Social Sustainability in Gated communities Versus Conventional communities: The case of Amman. International Journal of Sustainable Development and Planning. 2022. Vol. 17, No. 7. P. 2141–2151. DOI: 10.18280/ijsdp.170714 EDN: VDCWIK
23. Al Shawish A. Evaluating the impact of gated communities on the physical and social fabric of Doha City. 12th international postgraduate research conference (IPGRC15). 2015.
24. Al-Hemaidi W.K. The metamorphosis of the urban fabric in Arab-Muslim City: Riyadh, Saudi Arabia. Journal of Housing and the Built Environment. 2001. Vol. 16, No. 2. P. 179–201. EDN: ARQNN
25. Argenbright R. New Moscow: a pragmatic assessment. // Старая и Новая Москва: тенденции и проблемы развития: сб. науч. ст. М.: Изд. ИП Матушкина И.И., 2018. С. 219–242. EDN: XQEDQD
26. Chang Sen-Dou. Some observations on the morphology of chinese walled cities. Annals of the Association of American Geographers. 1970. Vol. 60, No. 1. P. 63–91.
27. Javanmardi L. Urbanism under dictatorship: The emergence of government-imposed spatial segregation in Tehran. Archnet-IJAR. 2019. Vol. 13, No. 3. P. 498–516.
28. Nasreldin R., Aboubakr D. Walking Between Walls, Transformation of Dead Streets' Design Case Study Elsheikh Zayed City. Man and place. 2024. P. 93–105.

References

1. Bityukova V.R. (2018). Ekologicheskiy factor razvitiya v novoy Moskve: starye problem na novoy territorii. *Staraya i novaya Moskva: tendentsii I problem razvitiya*. Issue of science articles. Moscow, IP Matushkina I. I. Publishing, pp. 120–142.
2. Gornostaeva G.A. (1982). Porblema ograniceniya urbanizirovannogo rayona (na primere Podmoskov'ya). *Geograficheskie granitsy*. Issue of science articles. Under the editorship of B. B. Rodoman and B. M. Ekkel'. Moscow, MSU Publishing, pp. 64–73.
3. Grigorichev K.V. (2014) Prigorodnye soobschestva kak sotsial'niy fenomen: formirovaniye sotsial'nogo prostranstva prigo-roda. PhD dissertation. Irkutsk. 307 p.
4. Kaganskiy V.L. (1982). Geograficheskie granitsy: protivorechiya i paradoksy. *Geograficheskie granitsy. Issue of science articles*. Under the editorship of B. B. Rodoman and B. M. Ekkel'. Moscow, MSU Publishing, Pp.7–19.
5. Kamkin G.G. (2018) Bar'ernost' v gorodskoy srede i lokal'niy patriotism *Baltiyskiy region: aktual'nye problemy razvitiya i preobrazovaniya prirodnoy i sotsiokul'turnoy sredy*: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 22–23 november 2018. Pskov, Pp.167–174.
6. Kamkin G.G. (2019) Sravnenie bar'erno-gorodskih arealov Kazani i Nizhnego Novgoroda. *Staroosvoenyye rayony: genezis, istoricheskie sud'by, sovremennyye trendy razvitiya / Responsible redactor V. N. Streletskiy. Materialy sessii Ekonomiko-geograficheskoy sektsii Mezhdunarodnoy akademii regional'nogo razvitiya i sotrudnichestva*. Vol. 35, Pp.113–122.
7. Kamkin G.G. (2020) Bar'ernost' gorodskoy sredy i eyo kolichestvennaya otsenka. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya*. No1, Pp.27–36.
8. Kamkin G.G. (2020) Vliyanie bar'ernosti na formirovaniye i razvitiye transportnogo karkasa goroda (na primere Yugo-Zapada Moskvy). *Regional'nye issledovaniya*, №4, Pp.72–81.
9. Karlova E.V., Kharchenko S.V. (2014) O svyazi geograficheskikh granits gorodskikh vernakulyarnyh rayonov s prirodnymi rubezhami (na primere krupnyh gorodov Tsentral'noy Rossii). *Regional'nye issledovaniya*. №2 (44), Pp. 112–123.
10. Mahrova A.G., Kirillov P.L. (2018). Novaya Moskva: starye i novye cherty sotsial'no-ekonomiceskogo razvitiya. *Staraya i novaya Moskva: tendentsii I problem razvitiya. Issue of science articles*. Moscow, IP Matushkina I. I. Publishing, Pp. 89–119.
11. Maskovskiy V.V. (2021) Fragmentatsiya malogo goroda kak bar'er dlya revitalizatsionnoy deyatel'nosti. *Innovatsii i in-vestitsii*. No2, Pp.156–158.
12. Mitin I.I., Lebedeva E.A., Lifanova S.V. (2014). Novaya Moskva: putevoditel' po Troitskomu i Novomoskovskomu okru-gam. Moskva, 2014, 339p.
13. Nefedova T.G. (2018) Novaya Moskva za predelami eyo gorodov. // Staraya i novaya Moskva: tendentsii I problem razvitiya. Issue of science articles. Moscow, IP Matushkina I. I. Publishing, Pp. 184–218.
14. Neretin A.S. (2018) Prostranstvennaya struktura transportnoy sistemy Novoy Moskvy. *Staraya i novaya Moskva: tendentsii I problem razvitiya*. Issue of science articles. Moscow, IP Matushkina I. I. Publishing, Pp. 143–158.
15. Popov A.A. (2018) Geografiya pokupok zhiloy nedvizhimosti v stroyaschischiya domah v Moskovskom regione v 2010-e gody. *Staraya i novaya Moskva: tendentsii I problem razvitiya*. Issue of science articles. Moscow, IP Matushkina I. I. Publishing, Pp. 159–183.
16. bRodoman B.B. (1982) Osnovnye tipy geograficheskikh granits. *Geograficheskie granitsy*. Issue of science articles. Under the editorship of B. B. Rodoman and B. M. Ekkel'. Moscow, MSU Publishing, Pp. 19–33.
17. Smirnov I.P. (2023) Prostranstvennaya struktura malyh gorodov: podvod k tipologii (po materialam Tsentral'noy Rossii). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*, Vol. 78, No 2, Pp.22–35.

Экономическая, социальная и политическая география
Камкин Г.Г.

18. Tarhov S.A. (1982). Tipy vzaimdeystviya transportnyh putey s lineynymi prepyatstviyami. *Geograficheskie granitsy. Issue of science articles*. Under the editorship of B. B. Rodoman and B. M. Ekkel'. Moscow, MSU Publishing, Pp.73–80.
19. Shuvalov V.E. (1980) Ponyatie granitsy i effekta pogranichnosti I ih mesto v ekonomiko-geograficheskikh issledovaniyah. Autoref. Ph. D. work. Moscow, MSU. 24 p.
20. Shuvalov V.E. (1981) Bar'ernaya i svyazuyuschchaya funktsii administrativnyh granits i ih rol' v territorial'noy organizatsii proizvodstva i rasseleniya. *Territorial'naya organizatsiya proizvodstva i problemy rasseleniya*. Sverdlovsk, SGPI publishing, Pp.32–40.
- 21 Shuvalov V.E. (1982). Geograficheskaya granitsa ka faktor rayonoobrazovaniya. *Geograficheskie granitsy. Issue of science articles*. Under the editorship of B. B. Rodoman and B. M. Ekkel'. Moscow, MSU Publishing, Pp.33–38.
22. Abed, A. R., Mabdeh, S. N., & Nassar, A. (2022). Social Sustainability in Gated communities Versus Conventional communities: The case of Amman. International Journal of Sustainable Development and Planning, Vol.17, No7, Pp.2141–2151.
23. Al Shawish, A. (2015). Evaluating the impact of gated communities on the physical and social fabric of Doha City. 12th international postgraduate research conference (IPGRC15).
24. Al-Hemaidi W. K. (2001) The metamorphosis of the urban fabric in Arab-Muslim City: Riyadh, Saudi Arabia. Journal of Housing and the Built Environment, Vol. 16, No 2, Pp. 179–201.
25. Argenbright R. (2018) New Moscow: a pragmatic assessment. // Staraya i novaya Moskva: tendentsii I problem razvitiya. Issue of science articles. Moscow, IP Matushkina I.I. Publishing, Pp. 219–242.
26. Chang Sen-Dou. (1970). Some observations on the morphology of chinese walled cities. Annals of the Association of American Geographers, Vol.60, No1, Pp. 63–91.
27. Javanmardi L. (2019). Urbanism under dictatorship: The emergence of government-imposed spatial segregation in Tehran. Archnet-IJAR, Vol. 13, No3, Pp.498–516.
28. Nasreldin R. and Aboubakr D. (2024) Walking Between Walls, Transformation of Dead Streets' Design_Case Study Elsheikh Zayed City. Man and place, Pp. 93–105.

Статья поступила в редакцию: 15.12.24, одобрена после рецензирования: 24.02.25, принятa к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 15 December 2024; approved after review: 24 February 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Глеб Григорьевич Камкин

выпускник аспирантуры отдела

социально-экономической географии

Институт географии Российской академии наук;

119017 Россия, г. Москва, Старомонетный пер.,
д. 29, стр. 4

Information about the author

Gleb G. Kamkin

Graduate of the postgraduate program, Department of Socioeconomic Geography, Institute of Geography,

Russian Academy of Sciences;

29, bld. 4, Staromonetny pereulok, Moscow, 119017,
Russia

e-mail: glebassono@mail.ru

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин В.М., Часовский В.И.

Научная статья

УДК 911.375

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-74-87

EDN: CWXNRU



**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СЕВЕРНЫХ ГОРОДОВ ПО УРОВНЮ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕКСНОГО ПОДХОДА**

Владимир Михайлович Маряхин¹, Владимир Иванович Часовский²

^{1, 2} Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, г. Калининград, Россия

¹ v.maryahin@yandex.ru, ORCID: 0009-0007-3827-4591, SPIN-код: 4190-7113

² prof.chasovsky@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7028-5855, SPIN-код: 6468-5497

Аннотация. Программы развития Крайнего Севера России и приравненных к нему местностей в последние годы отличаются большим разнообразием. Во многом это связано с тем, что некоторые северные территории отличаются повышенным вниманием со стороны государства, таким примером может служить Арктическая зона РФ. Но в то же время остальные территории Севера остаются вне современной повестки развития. Подобная ситуация сигнализирует о том, что северное законодательство нуждается в реформировании и разработке новой стратегии развития как на макрорегиональном уровне, так и на уровне городов. Поэтому для проведения будущих изменений важно объективно оценить современное социально-экономическое состояние и выявить насущные проблемы северных территорий и их главных опорных пунктов – городов.

Целью исследования является проведение оценки социального-экономического состояния северных городов на 2023 г. с помощью индексного подхода и ее корреляции с традиционными факторами развития. Для достижения цели исследования использовалась методика оценки индекса социально-экономического развития, разработанная группой ученых МГУ и Института географии РАН, которая включает в себя подсчет четырех субиндексов.

В результате было выяснено, что развитие северных городов действительно отличается крайней неоднородностью. Было определено влияние экономической специализации, географического положения, демографических и административных факторов на различные аспекты социально-экономического развития. Наибольшие значения индекса были характерны для центров добычи нефти и газа, в основном располагающихся в Арктической зоне, а также для административных центров субъектов, отличающихся многопрофильной специализацией. Худшие значения характерны для периферийных городов, преимущество из местностей, приравненных к Крайнему Северу, не имеющих промышленной специализации либо характеризующихся крайне низкими производственными показателями.

Ключевые слова: Север, Крайний Север, Арктическая зона, северный город, социально-экономическое развитие, городская среда

Для цитирования: Маряхин В.М., Часовский В.И. Дифференциация северных городов по уровню социально-экономического развития с использованием индексного подхода // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 74–87. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-74-87. EDN: CWXNRU

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-74-87

EDN: CWXNRU

**DIFFERENTIATION OF NORTHERN CITIES IN TERMS OF THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT
USING AN INDEX APPROACH**

Vladimir M. Maryakin¹, Vladimir I. Chasovskii²

^{1, 2} Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

¹ v.maryahin@yandex.ru, ORCID: 0009-0007-3827-4591, SPIN-code: 4190-7113

² prof.chasovsky@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7028-5855, SPIN-code: 6468-5497

Abstract. The development programs for the Far North of Russia and equivalent areas have been very diverse in recent years. This is largely due to the fact that some northern territories, including the Arctic zone of the Russian Federation, are the object of increased attention on the part of the state. At the same time, the rest of the territories of the North remain outside the modern development agenda. This situation signals that Northern legislation needs to be reformed and



© 2025 Маряхин В. М., Часовский В. И. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, перейдите по ссылке <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин В.М., Часовский В.И.

there is a need for a new development strategy both at the macro-regional and urban levels. Therefore, for future changes, it is important to objectively assess the current socio-economic situation and identify the pressing problems of the northern territories and their main strongholds – cities.

The aim of the study is to assess the socio-economic status of northern cities in 2023 through an index approach and correlate it with traditional development factors. To achieve the purpose of the study, a methodology for estimating the socio-economic development index was used. This methodology was developed by a group of scientists from Moscow State University and the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, and it includes calculation of four sub-indexes.

The study has confirmed that the development of northern cities is extremely heterogeneous. The influence of economic specialization, geographical location, demographic and administrative factors on various aspects of the socio-economic development was determined. The highest values of the index were demonstrated by oil and gas production centers, mainly located in the Arctic zone, as well as by the administrative centers of territorial entities with multi-industry specialization. The lowest values were shown by peripheral towns, mainly those located in areas equated to the Far North and not having industrial specialization, or characterized by extremely low production indicators.

Keywords: North, Far North, Arctic zone, northern city, socio-economic development, urban environment

For citation: Maryakhin, V.M., Chasovskii, V.I. (2025). Differentiation of northern cities in terms of the socio-economic development using an index approach. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 74–87. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-74-87. EDN: CWXNRU

Введение

Крайний Север России (далее КС) по-прежнему остается одной из ключевых территорий, определяющих дальнейшее социально-экономическое развитие всей страны. Особенно это касается Арктической зоны РФ (АЗ РФ), развитие которой регулируется целым рядом правительственный документов, в первую очередь Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации до 2035 г. [34]. В данный момент уровень урбанизации на КС составляет около 70 %, поэтому, конечно же, ключевыми точками для развития данных территорий являются города [37].

В настоящее время на КС и в местностях, приравненных к нему, располагается 139 населенных пунктов со статусом города. Но в контексте современного изучения северных территорий на первый план опять же выходят арктические города, которые составляют всего лишь 32 % от всех северных городов (44 города). Интерес руководства страны к развитию данных городов закрепился созданием в 2023 г. официального перечня опорных населенных пунктов АЗ РФ. Также за последние 10 лет с момента выделения АЗ РФ было выпущено большое количество исследований, посвященных арктическим городам. В первую очередь здесь стоит отметить исследования Замятиной Н.Ю. и Гончарова Р.В., посвященные исследованию жизнестойкости арктических городов и в целом арктической урбанизации [15–18], также можно выделить исследования Пилясова А.Н. [29, 30]. Изучению арктических городов посвящены исследования и зарубежных авторов. Здесь можно назвать работы Орттунга Р. и Динаполи Б., которые исследуют подходы к их устойчивому развитию [42, 44].

При этом работа по изучению остальных северных городов в последние годы немного отходит на второй план, особенно это касается комплексных исследований. Среди публикаций последних лет можно отметить работы Денисова Е.А. [11], Гаврильевой Т.Н. и Архангельской Е.А., посвященные комплексному исследованию северных городов [5], а также работу Кожевникова С.А. о развитии малых городов Севера [25]. Заметно явное смещение интересов как исследователей, так и Правительства РФ с общей северной проблематики к арктической. Подобные тенденции, по мнению Фаузера В.В., могут стать существенной проблемой для развития северных территорий и городов, находящихся за пределами АЗ РФ [38].

Но в то же время многие исследователи отмечают, что для всего КС пора создать собственную стратегию развития с учетом современных тенденций и обстоятельств. Такие мысли прослеживаются в работах Горошко Н.В. и Пацала С.В. [7], Тесля А.Б. и Зайченко И.М. [35], Крупко А.Э. [26]. Также подчеркивается необходимость разработки стратегий социально-экономического развития и для отдельных городов Севера с учетом их специфики [33]. Для разработки подобных стратегий, конечно же, нужно заложить методологический фундамент, а также оценить современное социально-экономическое состояние северных территорий, в том числе и городов, исходя из которого могут быть выявлены определенные проблемы и закономерности их развития.

Для комплексной оценки социально-экономического развития города важен подбор показателей, которые сформируют общую систему оценки, охватывающую основные аспекты развития городов [10]. Между тем наиболее подходящим, на наш взгляд, и в последнее время широко применяемым способом для подобных целей является индексный подход [20].

Существует множество различных интегральных показателей, характеризующих развитие городов. Среди международных показателей можно выделить Global Cities Index [43], рассчитываемый Oxford Economics, Sustainable Cities Index от компании ARCADIS [45], City Development Index (CDI) [41], рассчитываемый ООН, и др. Основной проблемой данных индексов для целей исследования является тот факт, что они охватывают во многом только крупнейшие городские агломерации мира, а также то, что их методика не вписывается в систему статистических показателей, публикуемых о городах России.

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин В.М., Часовский В.И.

Среди российских методик комплексной оценки можно выделить работу Нефедовой Т.Г. и Трейвиша А.И. [28], которую во многом можно считать первой попыткой оценки социально-экономического развития практически всех городов России. После этого были исследования, посвященные комплексной оценке крупных или малых городов [9, 21]. Также существует множество индексов оценки развития городов от различных исследовательских институтов и рейтинговых агентств. Во многом подобные индексы не оценивают социально-экономическое развитие в целом, а проводят комплексную оценку одного из компонентов развития городов (Индекс качества городской среды Минстроя РФ, Индекс качества жизни в городах и возможностей для развития территорий ВЭБ.РФ и т.д.). Существуют и те, которые оценивают общее социально-экономическое развитие, но они охватывают лишь крупнейшие города РФ (Индекс устойчивого развития городов РФ, Индекс интегрального рейтинга крупнейших городов России).

В итоге, объединив опыт предыдущих индексов и адаптируя их под имеющиеся показатели, публикуемые в открытом доступе, в том числе в базах Росстат и ЕМИСС, группой исследователей из МГУ и Института географии РАН была опубликована методика оценки «Комплексного индекса социально-экономического развития» для городов России [19]. В настоящее время, по нашему мнению, данный интегральный показатель является наиболее проработанным и подходящим для оценки развития большинства городов РФ. Главное его преимущество – универсальность, существует возможность перенести методику подсчета на любой массив городов России. Индекс включает в себя четыре группы показателей (субиндексов), характеризующих экономическое и социальное развитие, а также развитие городской среды и социальной инфраструктуры, которые оцениваются на основе 9 показателей. Конечно, стоит заметить, что выделенные субиндексы позволяют достаточно комплексно оценить социально-экономическое развитие северных городов, но в то же время не учитывают их главную специфику – экстремальность природных условий. Универсальный статистический показатель или методика оценки экстремальности условий в северных городах отсутствуют, поэтому экстраполировать данную специфику в значения индекса невозможно. Следовательно, правильней будет оценить корреляцию итоговых значений интегрального показателя с существующим районированием по природным условиям жизни населения [4].

Методология исследования

Исследование проводилось на основе отбора показателей, указанных в описанной методике. По базе муниципальных образований Росстат (БД ПМО) отбирались и были рассчитаны показатели на уровне городов (объем налоговых и неналоговых доходов, суммарные инвестиции в основной капитал, отношение средней заработной платы работников организаций к прожиточному минимуму, доля детей в возрасте 1–6 лет, получающих дошкольную образовательную услугу), также, если по каким-то причинам в базе отсутствовали некоторые показатели, они дополнялись данными с официальных сайтов северных городов и муниципалитетов, где они публикуются в годовых отчетах о социально-экономическом развитии. В базе государственной статистики ЕМИСС были взяты и рассчитаны показатели на уровне субъектов РФ (средняя ожидаемая продолжительность жизни при рождении, обеспеченность населения врачами). По данным Всероссийской переписи населения 2021 г. был рассчитан показатель средней продолжительности обучения 1 жителя.

В своей работе исследователи использовали показатель «валовая добавленная стоимость в муниципальном образовании на душу населения», основанный на расчетах Дмитриева М.Э., Чистякова П.А. и Ромашиной А.А. за 2010–2016 гг. и являющийся своеобразным «каналогом» показателя валового городского продукта, данные которого не публикуются в государственных статистических изданиях [12]. Так как мы оцениваем социально-экономическое развитие городов за 2023 г., данные расчеты уже не актуальны, к тому же стоит отметить, что они проводились на основе данных о налоговой отчетности из закрытых баз данных Ruslana (Bureau van Dijk), доступа к которой у нас нет. Поэтому нужно найти альтернативу данного показателя, который можно взять из баз открытого доступа, а общепризнанной методики оценки валового муниципального или городского продукта, базирующейся на открытых статистических данных, в настоящее время нет [1,3].

Главным недостатком БД ПМО является ограниченность набора показателей, характеризующих экономическую деятельность городов и муниципальных образований (МО), так как большинство данных приводится без учета субъектов малого предпринимательства. Но стоит отметить, что для многих малых городов, которые составляют существенную долю на северных территориях, малый бизнес является основой экономической деятельности, а недоучет данных субъектов предпринимательства может исказить показатели состояния экономики в некоторых городах [3]. Поэтому для оценки данного показателя была рассчитана общая выручка всех предприятий в МО на душу населения на основе базы данных СПАРК-Интерфакс, позволяющей оценить масштаб экономической деятельности муниципального образования по всем организациям, находящимся на общей системе налогообложения.

После сбора показателей для каждого из них было проведено нормирование тремя способами в зависимости от референтных точек (табл. 1). Показатели с распределением, не превышающим разницу в 100 раз между минимальным и максимальным значением, нормировались с помощью линейного масштабирования. Если разница превышала более чем в 100 раз, то дальше следовало нормирование с логарифмированием. Нормирование с применением сигмоидной функции для показателя ожидаемой продолжительности жизни проводилось из-за небольшой разницы в показателях (от 66,9 до 76,0 лет).

Экономическая, социальная и политическая география
Марягин В.М., Часовский В.И.

Таблица 1
Table 1

Показатели, использованные для расчёта индекса социального-экономического развития северных городов
(составлено авторами по [19])

Indicators used to calculate the index of the socio-economic development of northern cities
(compiled by the authors from [19])

Субиндекс	Показатель	Единица измерения	Способ нормирования
Экономическое развитие	Общая выручка всех предприятий в муниципальном образовании на душу населения по данным СПАРК-Интерфакс	тыс. руб./чел.	$X = \frac{\ln(X_i) - \ln(X_{\min})}{\ln(X_{\max}) - \ln(X_{\min})}$
	Объем налоговых и неналоговых доходов муниципального бюджета на 1 жителя	тыс. руб./чел.	$X = \frac{\ln(X_i) - \ln(X_{\min})}{\ln(X_{\max}) - \ln(X_{\min})}$
	Суммарные инвестиции в основной капитал за 2021–2023 г. на душу населения	млн руб./чел.	$X = \frac{\ln(X_i) - \ln(X_{\min})}{\ln(X_{\max}) - \ln(X_{\min})}$
Социальное развитие	Средняя продолжительность обучения жителя	лет	$X = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$
	Средняя ожидаемая продолжительность жизни при рождении	лет	Сигмоидная функция
	Отношение средней заработной платы работников организаций к прожиточному минимуму в субъекте РФ	раз	$X = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$
Качество городской среды	Индекс качества городской среды Министерства строительства РФ	Интегральный показатель	$X = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$
Социальная инфраструктура	Обеспеченность населения врачами	чел. на 10 тыс. жителей	$X = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$
	Доля детей в возрасте 1–6 лет, получающих дошкольную образовательную услугу и (или) услугу по их содержанию в муниципальных образовательных учреждениях, в общей численности детей в возрасте 1–6 лет	%	$X = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$

После процедуры нормирования были рассчитаны субиндексы путем нахождения среднего арифметического среди выбранных показателей. Также средним арифметическим между полученными субиндексами находился и итоговый интегральный показатель.

Результаты исследования

На основе полученных данных был рассчитан индекс социально-экономического развития для 139 северных городов. В целом значения индекса городов Севера варьируются в диапазоне от 0,216 до 0,855 (рис. 2, 3). Самыми высокими значениями выделяются центры добычи топливных полезных ископаемых (нефти и газа), в первую очередь в ХМАО и ЯНАО, а также административные центры субъектов РФ. Данные города характеризуются повышенными значениями «экономического развития», «социальной инфраструктуры» и «городского развития».

Среди городов, обладающих наименьшими показателями индекса, можно выделить малые города, не имеющие определенной экономической специализации или имеющие устаревшую промышленную инфраструктуру (Среднеколымск, Покровск, Островной, Сольвычегодск). У подобных городов низкий уровень экономического развития, который сочетается с низким уровнем городского развития. Также низкий индекс имеют города, находящиеся в депрессивных и периферийных районах страны, здесь можно отметить города Республики Тыва и Северобайкальск (Забайкальский край). Такие города обладают низкими показателями по всем значениям субиндексов. Во многом это объясняет высокий уровень миграционного оттока людей из данных населенных пунктов.

Если говорить о влиянии численности населения на социально-экономическое развитие северных городов, то здесь наблюдается средняя корреляция (коэффициент корреляции – 0,29). Относительно невысокая корреляция объясняется в первую очередь тем, что здесь достаточно слабая дифференциация в населении между городами. Всего 18 городов имеют численность населения свыше 100 тыс. чел., а самый крупный северный город –

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин В.М., Часовский В.И.

Сургут – населяет всего 395 тыс. чел. (рис. 3). При этом отметка в 100 тыс. чел. дает высокую вероятность, что уровень социально-экономического развития будет выше среднего. 72 % городов с подобным населением имеют индекс выше медианного значения по всему Северу. В то же время ни один из данных городов не входит в тройку лидеров по общему индексу.

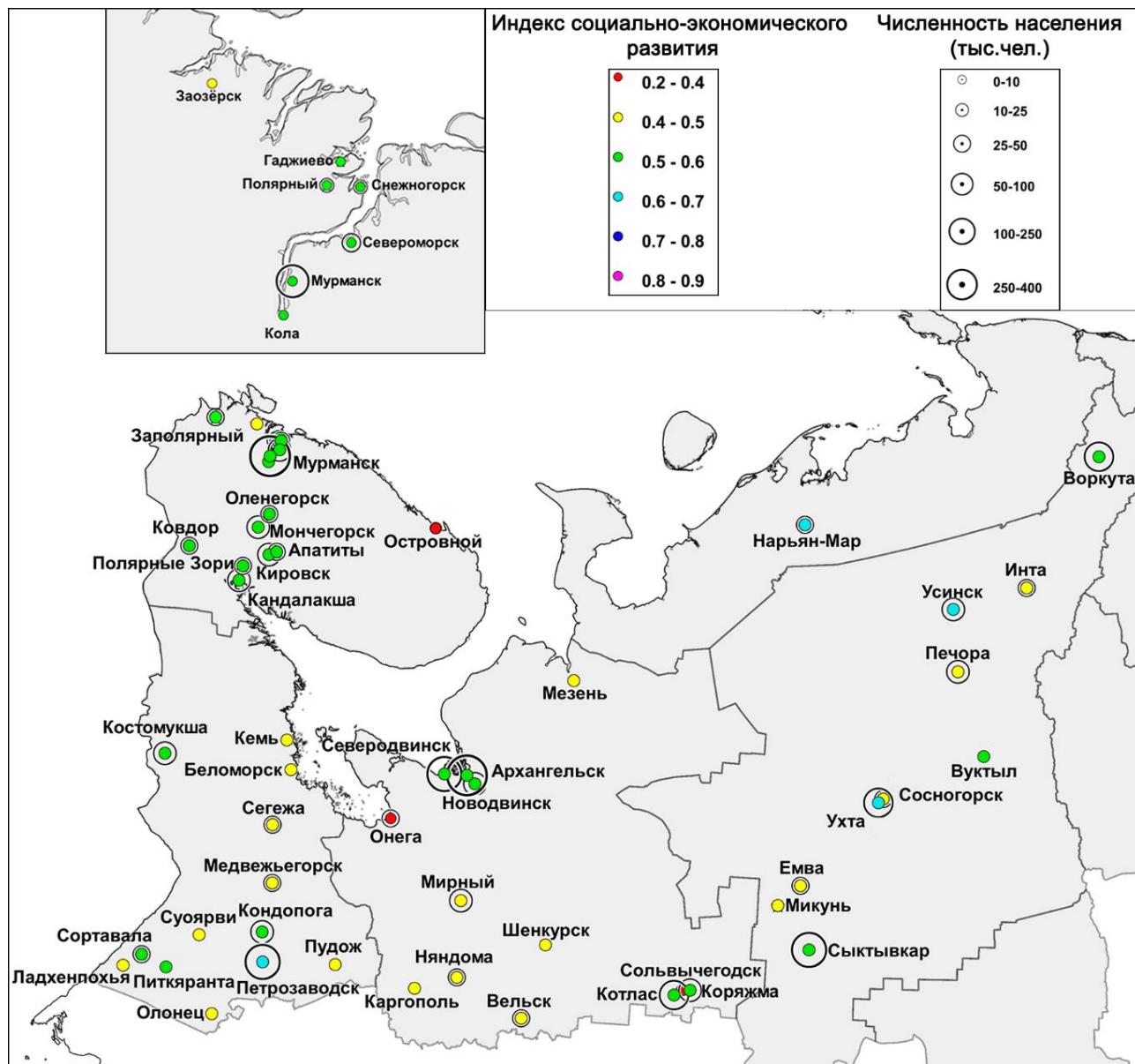


Рис. 1. Индекс социально-экономического развития северных городов Европейской части России за 2023 г.
 (составлено авторами на основании расчётов по данным Росстат, ЕМИСС, СПАРК-Интерфакс,
 сайтов муниципальных образований и городов)

Fig.1 Index of the socio-economic development of the northern cities of the European part of Russia for 2023
 (compiled by the authors according to calculations based on data from Rosstat, EMISS, SPARK-Interfax,
 websites of municipalities and cities)

Более высокая корреляция наблюдается при рассмотрении демографической динамики. Была подсчитана динамика изменения численности населения в городах с 2013 по 2023 г. В итоге корреляция между значениями прироста населения и индекса составила 0,43. Еще большая корреляция наблюдалась с субиндексом «социальное развитие» – 0,53. Такие значения могут говорить о стягивании населения в более успешные города с высоким уровнем развития, что подтверждают высокие темпы внутрирегиональной миграции на Севере из периферийных городов и сельских территорий в административные и районные центры, в первую очередь это связано с более высокими показателями заработной платы, наличием ВУЗов и большим количеством рабочих мест [13].

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин В.М., Часовский В.И.

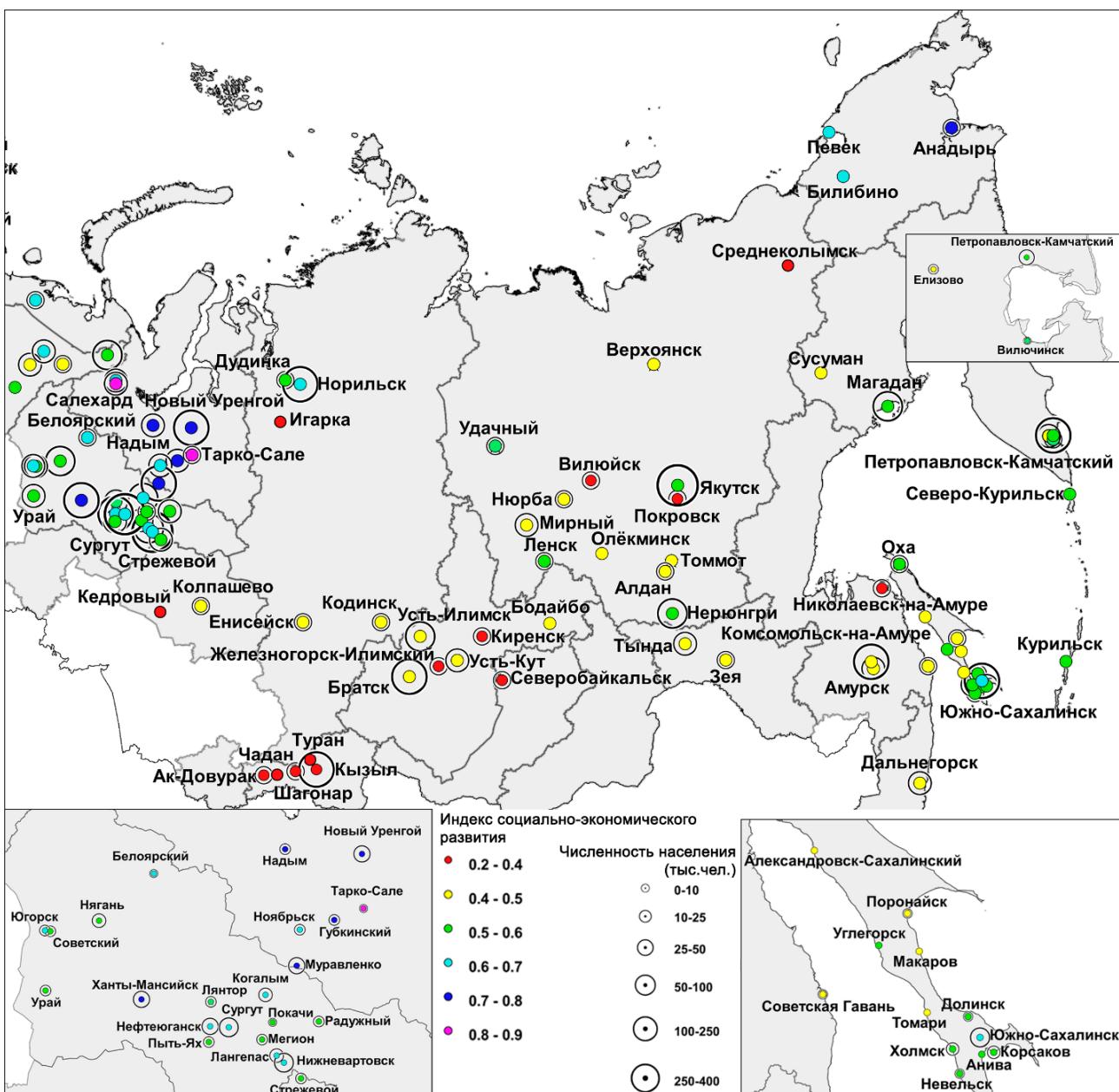


Рис. 2. Индекс социально-экономического развития северных городов Азиатской части России за 2023 г.
(составлено авторами на основании расчётов по данным Росстат, ЕМИСС, СПАРК-Интерфакс, сайтов муниципальных образований и городов)

Fig. 2. Index of socio-economic development of the northern cities of the Asian part of Russia for 2023
(compiled by the authors based on calculations based on data from Rosstat, EMISS, SPARK-Interfax, websites of municipalities and cities)

При рассмотрении социально-экономического развития под призмой территориальной дифференциации северных территорий резко выделяются города АЗ РФ, которые характеризуются наиболее высокими показателями общего индекса, а также субиндексов «качество городской среды» и «социальная инфраструктура» (табл. 2). Во многом такое существенное преимущество арктических городов перед городами, находящимися в местностях, приравненных к КС, можно было бы объяснить более суровыми природно-климатическими условиями. Для проживания в подобных условиях жители нуждаются в повышенном комфорте, поэтому появляется запрос на инновационное развитие городской среды и строительстве качественной, многофункциональной городской инфраструктуры [8]. Также на это влияет и изолированность городов от общей транспортной инфраструктуры страны. Но в то же время в сходных условиях находятся и города Дальнего Севера (города в районах КС, не входящие в состав АЗ РФ). Между тем качество городской среды в них существенно ниже. К тому же эта закономерность не подтверждается при рассмотрении их развития под призмой дифференциации благоприятности

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин В.М., Часовский В.И.

природных условий. Значит, можно сделать вывод о том, что причина скрывается не только в разных природных условиях, но и в осуществлении государственной политики и разных подходах к освоению городов, относящихся к выделенным территориям. К примеру, для арктических городов разрабатывается «Арктический стандарт» – перечень документов, в котором описываются основные принципы и подходы, формирующие комфортную городскую среду [2]. Для остального Севера подобных стандартов нет.

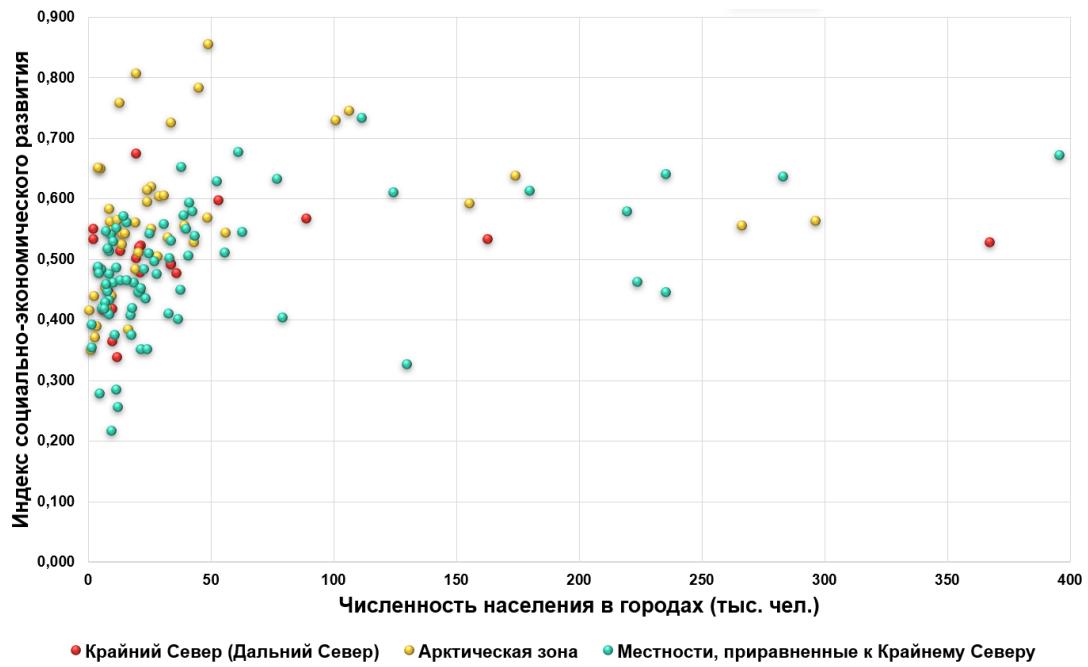


Рис. 3. Распределение городов по численности населения, территориальному расположению и индексу социально-экономического развития в 2023 г. (составлено авторами на основании расчётов по данным Росстата, ЕМИСС, СПАРК-Интерфакс, сайтов муниципальных образований и городов)

Fig.3 Distribution of cities by population, territorial location, and the socio-economic development index in 2023 (compiled by the authors according to calculations based on data from Rosstat, EMISS, SPARK-Interfax, websites of municipalities and cities)

Таблица 2
Table 2

Медианные значения индекса и субиндексов для северных городов в зависимости от их территориальной дифференциации и благоприятности природных условий. Рассчитано авторами на основе данных [4], Росстата, ЕМИСС, СПАРК-Интерфакс, сайтов муниципальных образований и городов

Median values of indexes and subindexes for northern cities depending on their territorial differentiation and favorability of natural conditions. (calculated by the authors on the basis of data from [4], Rosstat, EMISS, SPARK-Interfax, websites of municipalities and cities)

Категория городов / природной дискомфортности	Общий индекс	Субиндексы			
		Экономическое развитие	Социальное развитие	Качество городской среды	Социальная инфраструктура
Арктическая зона	0,557	0,467	0,413	0,688	0,631
Крайний Север	0,541	0,477	0,434	0,579	0,607
Дальний Север	0,501	0,484	0,477	0,459	0,596
Местности, приравненные к Крайнему Северу	0,479	0,426	0,361	0,545	0,573
Категории городов по нахождению в зонах природной дискомфортности					
Очень неблагоприятная	0,614	0,644	0,501	0,662	0,653
Неблагоприятная	0,510	0,477	0,424	0,459	0,559
Условно неблагоприятная	0,517	0,440	0,418	0,568	0,564
Условно благоприятная	0,475	0,385	0,332	0,451	0,653
Благоприятная	0,487	0,399	0,339	0,650	0,671

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин В.М., Часовский В.И.

Касаемо территориальных особенностей распределения интегрального показателя также стоит отметить, что города в местностях, приравненных к КС, «проигрывают» городам КС по всем «субиндексам». Большое отставание по субиндексу «социальное развитие» объясняется разностью «северных» коэффициентов, которая влияет на уровень заработной платы в рассматриваемых субъектах. В связи с активным развитием АЗ РФ данные территории испытали значительный миграционный прирост в первую очередь молодого высококвалифицированного населения и отток людей пожилых возрастов [11], что статистически привело к увеличению показателей ожидаемой продолжительности жизни и средней продолжительности обучения.

Разница в «экономическом развитии» может существовать по нескольким причинам, во-первых, в местностях, приравненных к КС, находится большее количество городов из депрессивных периферийных регионов страны, а также старых промышленный районов, где промышленное производство либо совсем сошло на нет, либо характеризуется устаревшей инфраструктурой. Например, к таким населенным пунктам относятся города Республики Тыва, Республики Карелия (Пудож, Олонец), Архангельской области (Сольвычегодск, Каргополь, Вельск), Иркутской и Томской областей, Красноярского, Забайкальского и Хабаровского краев. Во-вторых, в местностях, приравненных к КС, меньше центров добывающей промышленности, одним из ключевых параметров развития которых является поступление инвестиций в основной капитал, исключением здесь являются только нефтегазовые центры в ХМАО, которые занимают место лидеров по экономическому развитию среди городов данной группы. Именно в этих городах в последнее десятилетие наблюдался рост темпов промышленного производства

Рассмотрение корреляции социально-экономического развития и нахождения городов в зонах природной дискомфортиности, предложенных Виноградовой В.В., тоже показывает некоторые закономерности [4]. Города, находящиеся в наиболее экстремальных условиях, имеют высокие значения по всем субиндексам. Также прослеживаются закономерности в распределении субиндексов экономического и социального развития. Чем хуже природные условия, тем больше показатели данных субиндексов. Данный факт во многом подтверждает большую устойчивость городов, находящихся в экстремальных условиях, которые ввиду специфики своего географического положения служат опорными пунктами для развития окружающих территорий, вбирая в себя большое количество функций, не свойственных для аналогичных городов, находящихся в более благоприятных условиях [16].

Рассматривая показатели индекса социально-экономического развития в контексте специализации северных городов, можно увидеть некоторые закономерности (табл. 3). Наибольшим уровнем развития отличаются города-центры добычи нефти и газа, которые имеют стабильно высокие показатели по всем субиндексам. Во многом такие высокие значения связаны с большой востребованностью на отечественном и мировом рынках добываемых на Севере полезных ископаемых, что привлекает новые инвестиции, приносит высокую выручку и высокие доходы населения, что способствует приезду в данные города высококвалифицированных молодых специалистов. Высокий уровень развития городской среды здесь связан не только с хорошими результатами их экономического и социального развития, но и с тем, что большинство таких городов достаточно «молодые», так как были построены после 1960 г.

Таблица 3
Table 3

Медианные значения индекса и субиндексов для северных городов в зависимости от их специализации
и административной роли

(Рассчитано авторами на основе данных Росстат, ЕМИСС, СПАРК-Интерфакс,
сайты муниципальных образований и городов)

Median values of the index and subindexes for northern cities depending on their specialization and administrative role
(calculated by the authors on the basis of data from Rosstat, EMISS, SPARK-Interfax,
websites of municipalities and cities)

Специализация городов	Общий индекс	Субиндексы			
		Экономическое развитие	Социальное развитие	Социальная инфраструктура	Качество городской среды
Центры добычи нефти и газа	0,601	0,524	0,638	0,579	0,662
Многопрофильные центры	0,553	0,517	0,468	0,588	0,639
Портовые центры	0,510	0,531	0,394	0,537	0,577
Центры рыбной промышленности	0,509	0,497	0,432	0,530	0,578
Центры добычи и переработки металлических руд	0,507	0,466	0,383	0,520	0,659

Экономическая, социальная и политическая география
Марягин В.М., Часовский В.И.

Окончание табл. 3

Специализация городов	Общий индекс	Субиндексы			
		Экономическое развитие	Социальное развитие	Социальная инфраструктура	Качество городской среды
Центры пищевой промышленности	0,504	0,401	0,401	0,577	0,635
Военные базы	0,498	0,351	0,403	0,569	0,667
Центры добычи угля	0,477	0,453	0,344	0,600	0,510
Центры добычи драгоценных минералов	0,473	0,571	0,438	0,577	0,304
Центры лесной промышленности	0,462	0,394	0,339	0,620	0,494
Города по административной роли					
Административные центры	0,604	0,562	0,528	0,644	0,683
Районные центры	0,506	0,463	0,440	0,574	0,548
ЗАТО	0,498	0,351	0,403	0,569	0,667
Города районного подчинения	0,452	0,429	0,428	0,511	0,439

Также высоким уровнем развития отличаются и многопрофильные центры – города, имеющие несколько специализаций, что достаточно объяснимо, так как большинство из них являются административными центрами субъектов РФ или имеют относительно большое для севера население. В таких центрах лучше развита, относительно остальных городов региона, социальная инфраструктура, размещено больше образовательных учреждений, а также среднедушевые доходы находятся на достаточно высоком уровне [23].

Низкие показатели развития отмечаются в городах, где ведется добыча угля, драгоценных минералов (в первую очередь золота и алмазов), а также в центрах лесной промышленности. Но в каждом из них фиксируются разные значения по субиндексам. В центрах лесной промышленности наблюдается существенный застой в экономическом и социальном развитии, что, скорее всего, связано в настоящее время с низким уровнем развития лесной отрасли России в целом и снижением ее экспортной ориентации, что также отражается на низкой добавленной стоимости лесной продукции [31, 32]. Похожие тенденции прослеживаются и в угольной промышленности Севера [6, 27]. В центрах добычи драгоценных минералов не наблюдается существенных проблем в социально-экономическом развитии, но в данных населенных пунктах отмечается крайне низкий уровень развития городской среды. Среди основных проблем подобных городов присутствует неудовлетворительное состояние жилищного фонда и транспортной инфраструктуры [22]. Так же производства, находящиеся в этих городах, характеризуются низким технологическим развитием, изношенной промышленной инфраструктурой и нехваткой высококвалифицированных кадров [14, 39]. Все это приводит к миграционному оттоку из городов и проблемам городского бюджета, что отрицательно сказывается в том числе и на развитии городской среды. Между тем данная проблема была замечена и в настоящее время решается органами власти на уровне субъектов РФ, что подтверждается в последние несколько лет постепенным ростом индекса развития городской среды [40].

В разрезе развития городов различной административной роли наблюдаются достаточно предсказуемые тенденции. Городами-лидерами по всем категориям являются административные центры субъектов РФ. Районные центры и города, находящиеся в ЗАТО, имеют средний уровень развития при индексах в районе 0,5. Но здесь стоит отметить, что районные центры имеют достаточно ровные значения по всем субиндексам, а города из ЗАТО характеризуются достаточно низкими показателями социально-экономического развития, но в то же время имеют очень высокий показатель развития городской среды. Подобное распределение субиндексов в данных городах подчеркивает их проблемы и преимущества, описанные в исследованиях других авторов, посвященных данному типу населенных пунктов [24, 36]. Наименьшим уровнем развития характеризуются города районного подчинения. Как правило, это периферийные города с маленькой численностью населения и низким уровнем экономического развития.

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин В.М., Часовский В.И.

Заключение

Подводя итоги подсчета индекса социально-экономического развития для северных городов, стоит отметить, что на Севере наблюдается достаточно сильная дифференциация, что позволяет еще раз подтвердить мнение о пространственной неравномерности в развитии северных территорий.

Анализ интегрального показателя позволил выявить диспропорции развития городов и более четко обозначить контуры существующих проблем на основе традиционных факторов, влияющих на социально-экономическое развитие городов. Каждый из рассмотренных факторов по-разному влияет на распределение итогового показателя в северных городах. Численность населения и его динамика во многом определяют диспропорции по субиндексу «социальное развитие». Территориальная дифференциация в большей степени определяет качество развития городской среды и социальной инфраструктуры, а неблагоприятные природные условия – экономическое и социальное развитие. Экономическая специализация, динамика промышленного производства и уровень состояния промышленной инфраструктуры влияют в первую очередь на дифференциацию экономических и социальных показателей. Административная роль влияет на серьезные диспропорции по всем субиндексам.

Наибольшим и сбалансированным уровнем развития отличаются города-центры добычи топливных полезных ископаемых, находящиеся преимущественно в АЗ РФ и ХМАО, а также административные центры субъектов, которые являются ключевыми опорными пунктами для северных территорий РФ и центрами притяжения «нового» населения на Север, в том числе и квалифицированного.

Худшие показатели, наоборот, наблюдаются в малых периферийных городах, находящихся преимущественно в местностях, приравненных к КС, не имеющих определенной специализации или являющихся центрами лесной промышленности, характеризующиеся крайне низкими показателями развития городской среды и социального-экономического развития.

Часто проблемой периферийных городов является и недостаточное регулирование их развития со стороны государства. Во многом пути их развития описываются в контексте проблем всех северных территорий [33]. На региональном уровне в их отношении отсутствует четкий инструментарий разработки концепций развития, что проявляется в практическом отсутствии в большинстве подобных населенных пунктов собственных стратегий развития. Данные города характеризуются отрицательными значениями миграционного прироста, низкой диверсификацией промышленности, устаревшей промышленной и городской инфраструктурой. Поэтому меры должны быть направлены на привлечение в города нового, в первую очередь молодого, населения, капитала за счет поддержки малого и среднего бизнеса, развития креативных индустрий, опираясь при этом на пример успешных кейсов в малых городах Мурманской области (Ковдор, Кировск, Апатиты), а также на диверсификацию экономики данных городов, обоснование и формирование их перспективных специализаций.

Индексный подход позволяет проводить своевременный мониторинг развития северных территорий и помогает выявить проблемные точки, рассмотреть динамику эволюции северных городов, что позволит определить вектор будущих стратегий развития как отдельных населенных пунктов, так и всего Севера. Между тем серьезный дисбаланс в развитии отдельных территорий КС настораживает и еще раз говорит о том, что Север нуждается в повышенном государственном внимании и разработке собственной стратегии развития с учетом сложившихся условий.

Библиографический список

1. Антонова И.С., Чистякова О.Н., Татарникова В.В. Оценка эффективности развития муниципалитета: валовый продукт и предприятия-флагманы // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Социальные науки. 2020. № 1 (57). С. 7–13. EDN: GXTXLS
2. Арктический стандарт. URL: <https://arctic-russia.ru/arctic-standard/?ysclid=m4b6bx0muf27115593> (дата обращения 18.11.2024)
3. Веприкова Е.Б., Кисленок А.А., Гулидов Р.В. Методика оценки уровня социально-экономического развития муниципальных образований региона на основе выявления признаков локальной депрессивности // Власть и управление на Востоке России. 2022. № 3 (100). С. 71–86. DOI: 10.22394/1818-4049-2022-100-3-71-86 EDN: FIHKDW
4. Виноградова В.В. Районирование России по природным условиям жизни населения с учетом экстремальных климатических событий // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2021. Т. 85, № 1. С. 5–13. DOI: 10.31857/S2587556621010167 EDN: CUTSIQ
5. Гаврильева Т. Н., Архангельская Е.А. Северные города: общие тренды и национальные особенности // ЭКО. 2016. № 3 (501). С. 63–79. EDN: VLPNJB
6. Гончаров М.С., Савон Д.Ю., Сафонов А.Е., Ряднов В.И. Угольная промышленность районов Крайнего Севера: специфические особенности, текущее положение и концепция развития // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2023. № 1. С. 95–107. DOI: 10.37614/2220-802X.1.2023.79.006 EDN: HKQJWW
7. Горошко Н.В., Пацала С.В. К вопросу о «северной» стратегии России: освоение или заселение // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2020. № 52. С. 88–103. DOI: 10.17223/19988648/52/6 EDN: JYOFJD
8. Грицан О.Е., Губина О.В., Седлецкая М.В., Чернова И.А. Общественные пространства северных городов. Особенности развития // Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. 2023. № 3 (15). С. 4–20. EDN: FJFSMK
9. Гунько М.С. Малые города центральной части Европейской России: состояние и роль в организации пространства // Известия РАН. Серия географическая. 2015. № 2. С. 43–52.
10. Деневизюк Д.А. Комплексный подход к оценке социально-экономического развития города // Региональные проблемы преобразования экономики. 2022. № 9 (143). С. 36–48. DOI: 10.26726/1812-7096-2022-9-36-48 EDN: HNCSTVK

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин В.М., Часовский В.И.

11. Денисов Е.А. Социально-экономическая трансформация городов Российского Севера в постсоветский период: специальность 25.00.24 «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география»: дис. ... канд. геогр. наук. 2018. 181 с. EDN: LRSINP
12. Дмитриев М.Э., Чистяков П.А., Ромашина А.А. Апробация методологии оценки муниципальной валовой добавленной стоимости // Проблемы прогнозирования. 2020. № 1 (178). С. 49–59. EDN: LVZELZ
13. Ефремов И.А. Современные миграционные процессы на Крайнем Севере России // Регионология. 2016. № 4 (97). С. 140–159. EDN: XEJPN
14. Заерньюк В.М., Черникова Л.И., Забайкин Ю.В. Тенденции, проблемы и перспективы развития золотодобывающей отрасли России // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2017. Т. 10, № 9 (339). С. 972–986. DOI: 10.24891/fa.10.9.972 EDN: ZHBMDB
15. Замятин Н.Ю. Северный город-база: особенности развития и потенциал для освоения Арктики // Арктика: экология и экономика. 2020. № 2 (38). С. 4–17. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-2-4-17 EDN: UWMLLQ
16. Замятин Н.Ю., Гончаров Р.В. Арктическая урбанизация: феномен и сравнительный анализ // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2020. № 4. С. 69–82. EDN: HJ1VXR
17. Замятин Н.Ю., Котов Е.А., Гончаров Р.В. [и др.] Оценка потенциала жизнестойкости городов Российской Арктики // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2022. № 5. С. 52–65. EDN: WENZGV
18. Замятин Н.Ю., Медведков А.А., Поляченко А.Е., Шамало И.А. Жизнестойкость арктических городов: анализ подходов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле, 2020. № 65 (3). С. 481–505. DOI: 10.21638/spbu07.2020.305 EDN: SGXXVQ
19. Землянский Д.Ю., Калиновский Л.В., Махрова А.Г. [и др.] Комплексный индекс социально-экономического развития городов России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2020. Т. 84, № 6. С. 805–818. DOI: 10.31857/S2587556620060114 EDN: ZKKTZC
20. Землянский Д.Ю., Махрова А.Г., Медведникова Д.М. Методические подходы к составлению комплексных индексов социально-экономического развития городов // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2020. № 4. С. 21–31. EDN: ZDKQZE
21. Зубаревич Н.В., Сафонов С.Г. Развитие больших городов России в 2010-х годах // Региональные исследования. 2019. № 1. С. 39–51. DOI: 10.5922/1994-5280-2019-1-4 EDN: GMFAAL
22. Иванова З.И., Бернютевич Т.В., Шаяхметова А.Р. Монопрофильные города: социальные аспекты градостроительной политики (на примере золотодобывающего города Бодайбо Иркутской области) // Семиотические исследования. 2024. Т. 4, № 1. С. 97–107. DOI: 10.18287/2782-2966-2024-4-1-97-107 EDN: UMOXVS
23. Кадомцева С.В., Пивкина Н.Ю. Качество жизни населения в административных центрах субъектов Российской Федерации (на примере Дальневосточного федерального округа) // Экономический анализ: теория и практика. 2018. Т. 17, № 11 (482). С. 2091–2106. DOI: 10.24891/ea.17.11.2091 EDN: YOOZBZ
24. Ковригина В.А. Проблемы социально-экономического развития закрытых административно-территориальных образований // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2016. № 23. С. 230–234. EDN: VPVBOR
25. Кожевников С.А. Модернизация экономики малых городов российского Севера на основе активизации межмуниципальных хозяйственных связей // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2023. № 3. С. 150–164. DOI: 10.37614/2220-802X.3.2023.81.010 EDN: HJSFOL
26. Крупко А.Э. Роль Крайнего Севера для устойчивого развития страны // Арктика XXI век. Гуманитарные науки. 2020. № 2 (22). С. 21–37. EDN: XOSSE
27. Лаженцев В.Н. Арктика и Север в контексте пространственного развития России // Экономика региона. 2021. Т. 17, Вып. 3. С. 737–754. DOI: 10.17059/ekon.reg.2021-3-2 EDN: PWHOPP
28. Нефедова Т.Г., Трейвии А.И. «Сильные» и «слабые» города России. Полюса и центры роста в региональном развитии. М., 1998. С. 135–145. EDN: BSSLMC
29. Пилясов А.Н., Молодцова В.А. Оценка управления арктическими городами в контексте обеспечения их жизнестойкости // Арктика и Север. 2022. № 48. С. 164–188. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.48.164 EDN: AJAAIDI
30. Пилясов А.Н., Путилова Е.С. Оспаривая очевидное: арктические города // Городские исследования и практики. 2020. Т. 5, № 1. С. 9–32. DOI: 10.17323/usp5120209-32 EDN: HAFHNU
31. Секущина И.А. Монопрофильные малые и средние города Европейского Севера России в условиях социально-экономических вызовов 2020–2023 гг. // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2024. Т. 17, № 5. С. 74–94. DOI: 10.15838/esc.2024.5.95.4 EDN: ZWXTTG
32. Секущина И.А. Оценка производственного потенциала лесопромышленного комплекса регионов Европейского Севера России // Научный вестник Южного института менеджмента. 2019. № 4 (28). С. 66–77. DOI: 10.31775/2305-3100-2019-4-66-77 EDN: KBQXHY
33. Секущина И.А. Развитие малых и средних городов северного региона: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: дис. ... канд. экон. наук. 2021. 171 с. EDN: FPYRIC
34. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации до 2035 года.
URL: http://www.scrf.gov.ru/security/economic/Arctic_strategy/
35. Тесля А.Б., Зайченко И.М., Хашева З.М. Разработка концепции стратегического развития районов Крайнего Севера на основе построения системы сбалансированных показателей в условиях цифровой трансформации социально-экономических процессов // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2022. № 2. С. 58–68. DOI: 10.37614/2220-802X.2.2022.76.005 EDN: ALNMYY
36. Файков Д.Ю., Байдаров Д.Ю. Новые тенденции в развитии закрытых административно-территориальных образований (на примере ЗАТО атомной промышленности) // Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование. 2014. Т. 7, № 6. С. 120–131. EDN: TDQAHJ

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин В.М., Часовский В.И.

37. Фаузер В.В., Смирнов А.В., Фаузер Г.Н. Демографическая динамика и трансформация системы расселения на Севере России в координатах переписи населения 2021 года // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2023. № 1. С. 64–79. DOI: 10.37614/2220-802X.1.2023.79.004 EDN: JWVRDU
38. Фаузер В.В., Фаузер Г.Н., Чупрова Е.А. Север и Арктика: глобальные противоречия или общий вектор развития. URL: https://vvfauzer.ru/fauzer_spb_ipreh_ran_2023.pdf (дата обращения: 12.10.2024)
39. Хромова Н.Г. Проблемы алмазно-бриллиантового комплекса России в условиях системных реформ и пути их решения // Теоретическая и прикладная экономика. 2019. № 2. С. 105–115. DOI: 10.25136/2409-8647.2019.2.30120 EDN: PXTIPU
40. Якутия привлекла 925 млн рублей федеральных средств на создание комфортной городской среды. URL: <https://tass.ru/ekonomika/18345701?ysclid=m4ok9ntpis602636376> (дата обращения 12.12.2024)
41. City Development Index. URL: <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Global%20Urban%20Indicators%20Database.pdf> (дата обращения 12.10.2024)
42. DiNapoli B., Jull M. Evaluating plans for sustainable development in Arctic cities. Ambio. 2024. Vol. 53. P. 1109–1123. DOI: 10.1007/s13280-023-01974-6 EDN: IGGUCD
43. Global Cities Index. URL: <https://www.oxfordeconomics.com/global-cities-index/> (дата обращения 12.10.2024)
44. Orttung R. Urban Sustainability in the Arctic: Measuring Progress in Circumpolar Cities. New York: Berghahn Publishers, 2020. 310 p.
45. Sustainable Cities Index. URL: <https://www.arcadis.com/en/insights/perspectives/global/sustainable-cities-index-2024> (дата обращения 12.10.2024)

References

1. Antonova, I.S., Chistyakova, N.O., Tatarnikova, V.V. (2020). Assessment of the municipal development effectiveness: gross municipal product and flagship enterprises, Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo, No1, pp. 7–13. EDN: GXTXL.
2. Arkticheskij standart. [Arctic Standard] [Electronic resource] URL: <https://arctic-russia.ru/arctic-standard/?ysclid=m4b6bx0muf27115593> (accessed 18.11.2024).
3. Veprikova, E.B., Kislenok, A.A., Gulidov, R.V. (2022). Methodology for assessing the level of socio-economic development of municipalities of the region based on identifying signs of local depression, Vlast' i upravleniye na Vostoche Rossii, Vol.100, No 3, Pp. 71–86. DOI: 10.22394/1818-4049-2022-100-3-71-86.
4. Vinogradova V.V. (2021). Zoning of Russia according to the natural living conditions of the population with regard to extreme climatic events, Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya, Vol.85, No.1, Pp.5–13. DOI 10.31857/S2587556621010167.
5. Gavrilyeva, T.N., Arkhangelskaya, E.A. (2016). Northern cities: general trends and national peculiarities, EKO, No. 1, pp. 63–79. EDN VLPHJB.
6. Goncharov, M.S., Savon, D.Yu., Safronov, A.E., Ryadnov, V.I. (2023). Coal industry in the regions of the Far North: specific features, current situation and concept of development, Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka, No.1, pp.95–107. DOI 10.37614/2220-802X.1.2023.79.006.
7. Goroshko, N.V., Patsala, S.V. (2020). On the issue of Russia's "Northern" strategy: development or settlement, Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika, No.52, pp. 88–103. DOI 10.17223/19988648/52/6.
8. Gritsan, O.E., Gubina, O.V., Sedletskaya, M.V., Chernova, I.A. (2023). Public spaces of northern cities. Features of development. Arktika 2035: aktual'nye voprosy, problemy, resheniya, Vol.15, No.3, pp. 4–20. EDN FJFSMK.
9. Gunko, M.S. (2015). Small towns of the central part of European Russia: the state and role in the organization of space, Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya, No. 2, pp. 43–52. EDN SDFRCT.
10. Denevizyuk, D. A. (2022). An integrated approach to assessing the socio-economic development of the city, Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki, Vol.143, No. 9, pp. 36–48. DOI 10.26726/1812-7096-2022-9-36-48.
11. Denisov, E.A. (2018). Socioeconomic transformation of cities of the Russian North, Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation: Moscow: Moscow State Univ., 181 p. EDN LRSINP.
12. Dmitriev, M.E., Chistyakov, P.A., Romashina, A.A. (2020). Testing of the methodology of assessment of municipal gross value added, Problemy prognozirovaniya, No. 1, pp. 49–59. EDN LVZELZ.
13. Efremov, I.A. (2016). Present migration processes in the Far North of Russia. Regionologiya, no. 4, pp. 140–159. EDN XEJPAN.
14. Zaernyuk, V.M., Chernikova, L.I., Zabaykin, Y.V. (2017). Trends, problems and prospects of development of the gold mining industry in Russia, Finansovaya analitika: problemy i resheniya, Vol.10, No.9, Pp. 972–986. DOI 10.24891/fa.10.9.972.
15. Zamyatina, N.Y., Goncharov, R.V. (2020). Arctic urbanization: a phenomenon and a comparative analysis. Vestnik Moskovskogo universiteta, No. 4, Pp.69–82. EDN HJIBXR.
16. Zamyatina, N.Y. (2020). Northern city-base: its special features and potential for the Arctic development. Arktika: ekologiya i ekonomika, No.2, Pp.4–17. DOI 10.25283/2223-4594-2020-2-4-17.
17. Zamyatina, N.Y., Kotov, E.A., Goncharov, R.V. (2022). Assessment of the resilience potential of cities in the Russian Arctic, Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya, No.5, Pp.52–65. EDN WENZGV.
18. Zamyatina, N.Y., Medvedkov, A.A., Polyachenko, A.E., Shamalo, I.A. (2020). Resilience of Arctic cities: An analysis of the approaches, Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Nauki o Zemle, No.3, Pp.481–505. doi: 10.21638/spbu07.2020.305.
19. Zemlianskii, D.Y., Kalinovskii, L.V., Makrova, A.G., Medvednikova, D.M., Chuzhenkova, V.A. (2020). Complex Socioeconomic Development Index of Russian Cities. Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya. No.6, Pp.805–818. DOI 10.31857/S2587556620060114.
20. Zemlyanskii, D.Y., Makrova, A.G., Medvednikova, D.M. (2020). Methodological approaches to the elaboration of complex indexes of the socioeconomic development of cities, Vestnik Moskovskogo universiteta, No.4, Pp.21–31. EDN ZDKQZE.
21. Zubarevich, N.V., Safronov, S.G. (2019). The development of large cities in Russia in the 2010s, Regional'nye issledovaniya, No.1, Pp.39–51. DOI 10.5922/1994-5280-2019-1-4.

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин Б.М., Часовский В.И.

22. Ivanova, Z.I., Bernyukevich, T.V., Shayakhmetova, A.R. (2024). Single-industry cities: social aspects of urban planning policy (on the example of the gold mining city of Bodaibo, Irkutsk region), Semioticheskie issledovaniya, Vol.4. No.1. Pp.97–107. DOI 10.18287/2782-2966-2024-4-1-97-107.
23. Kadomtseva, S.V., Pivkina N.Y. (2018). The quality of life of the population in the administrative centers of the subjects of the Russian Federation (on the example of the Far Eastern Federal District), Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika, Vol.17, No.11, Pp.2091–2106. DOI 10.24891/ea.17.11.2091.
24. Kovrigina, V.A. (2016). Problems of socio-economic development of closed administrative-territorial formations. Prioritetnye nauchnye napravleniya: ot teorii k praktike. No.23, Pp.230–234. EDN VPVBOR.
25. Kozhevnikov, S.A. (2023). Modernization of the economy of small towns in the Russian North based on the activation of inter-municipal economic relations, Sever i rynok: formirovanie ekonomiceskogo poryadka, No. 3, Pp. 150–164. DOI 10.37614/2220-802X.3.2023.81.010
26. Krupko, A.E. (2020). Role of the far north for sustainable development of the country. Arktika XXI vek. Vol.22, No. 2, Pp. 21–37. EDN XOSSE.
27. Lazhentsev, V.N. (2021). The Arctic and the North in the context of spatial development of Russia Ekonomika regiona Vol.17, No.3, Pp.737–754. DOI 10.17059/ekon.reg.2021-3-2.
28. Nefedova, T.G., Treyvish, A.I. (1998). «Strong» and «weak» cities of Russia, Poles and growth centers in regional development, Moscow: Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences. Pp. 157–167. EDN BSSLMC.
29. Pilyasov, A.N., Molodtsova, V.A. (2022). Assessment of the management of Arctic cities in the context of ensuring their resilience, Arktika i Sever, No.48. Pp.164–188. DOI 10.37482/issn2221-2698.2022.48.164.
30. Pilyasov, A.N., Putilova, E.S. (2020). Disputing the obvious: Arctic cities. Gorodskie issledovaniya i praktiki. Vol.5, No.1, Pp.9–32. DOI 10.17323/usp5120209-32.
31. Sekushina, I.A. (2024). Monoprofile small and medium-sized cities of the European North of Russia in the context of socio-economic challenges 2020–2023, Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz. Vol.17, No.5, Pp.74–94. DOI 10.15838/esc.2024.5.95.4.
32. Sekushina, I.A. (2019). Assessment of the production potential of the timber industry complex of the regions of the European North of Russia. Nauchnyy vestnik Yuzhnogo instituta menedzhmenta. No.4, Pp.66–77. DOI 10.31775/2305-3100-2019-4-66-77.
33. Sekushina, I.A. (2021), Development of small and medium-sized towns in the northern region, dissertation for the degree of candidate of Economic Sciences, 171 p. EDN FPYRIC.
34. Strategiya razvitiya Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii do 2035 goda. [Development strategy of the Arctic zone of the Russian Federation until 2035] [Electronic resource] URL: http://www.scrf.gov.ru/security/economic/Arctic_stratery/
35. Teslya, A.B., Zaychenko, I.M., Hasheva, Z.M. (2022). Development of the concept for the strategic development of the Far North regions on the basis of formulation of a system of balanced indicators under the conditions of digital transformation of socio-economic processes, Sever I rynok: formirovanie ekonomiceskogo poryadka. No.2, Pp.58–68. DOI 10.37614/2220-802X.2.2022.76.005.
36. Faykov, D.Y., Baydarov, D.Y. (2014). New trends in the development of closed administrative-territorial formations (on the example of the nuclear industry), Problemnyy analiz i gosudarstvenno-upravlencheskoe proektirovanie. Vol.7, No.6, Pp.120–131. EDN TDQAHJ.
37. Fauser, V. V., Smirnov, A.V., Fauser, G. N. (2023), Demographic dynamics and transformation of the settlement system in the North of Russia in the coordinates of the population census of 2021, Sever i rynok: formirovanie ekonomiceskogo poryadka. No.1, Pp.64–79. DOI10.37614/2220-802X.1.2023.79.004
38. Fauser, V.V., Fauser, G.N., Chuprova, E.A. The North and the Arctic: global contradictions or a common vector of development [Electronic resource] URL: https://vvfauser.ru/fauzer_spb_ipreh_ran_2023.pdf (date of application: 12.10.2024).
39. Khromova, N. G. (2019). Problems of the Russian diamond industry in the context of systemic reforms and ways to solve them. Teoreticheskaya i prikladnaya ekonomika. No.2, Pp.105–115. DOI 10.25136/2409-8647.2019.2.30120.
40. Yakutiya privleklea 925 mln rublej federal'nyh sredstv na sozdanie komfortnoj gorodskoj sredy. [Yakutia has attracted 925 million rubles of federal funds to create a comfortable urban environment] [Electronic resource] URL: <https://tass.ru/ekonomika/18345701?ysclid=m4ok9ntpis602636376> (accessed 12.12.2024).
41. City Development Index [Electronic resource] URL: <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Global%20Urban%20Indicators%20Database.pdf> (accessed 12.10.2024).
42. DiNapoli, B. and Jull, M. 2024, Evaluating plans for sustainable development in Arctic cities, Ambio, vol. 53, pp. 1109–1123. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01974-6>.
43. Global Cities Index [Electronic resource] URL: <https://www.oxfordeconomics.com/global-cities-index/> (accessed 12.10.2024).
44. Orttung, R. (2020). Urban Sustainability in the Arctic: Measuring Progress in Circumpolar Cities. New York: Berghahn Publishers, 310. <https://doi.org/10.3167/9781789207354>.
45. Sustainable Cities Index [Electronic resource] URL: <https://www.arcadis.com/en/insights/perspectives/global/sustainable-cities-index-2024> (accessed 12.10.2024).

Статья поступила в редакцию: 16.01.25, одобрена после рецензирования: 25.02.2025, принятая к опубликованию: 12.09.2025.

The article was submitted: 16 January 2025; approved after review: 25 February 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Экономическая, социальная и политическая география
Маряхин В.М., Часовский В.И.

Информация об авторах

Владимир Михайлович Маряхин

аспирант Высшей школы пространственного
развития и гостеприимства

Балтийский федеральный университет им. И. Канта;
236041, Россия, г. Калининград, ул. А. Невского, д. 14

e-mail: v.maryahin@yandex.ru

Information about the authors

Vladimir M. Maryakhin

Postgraduate Student,

Immanuel Kant Baltic Federal University;
14, A. Nevskogo st., Kaliningrad, 236041, Russia

Владимир Иванович Часовский

доктор географических наук, доцент, профессор,

Балтийский федеральный университет им. И. Канта;
236041, Россия, г. Калининград, ул. А. Невского, д. 14

e-mail: prof.chasovsky@mail.ru

Vladimir I. Chasovskii

Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor,

Immanuel Kant Baltic Federal University;
14, A. Nevskogo st., Kaliningrad, 236041, Russia

Вклад авторов

Маряхин В.М. – идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи.

Часовский В.И. – научное редактирование текста, написание отдельных частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Vladimir M. Maryakhin – the idea; collection and processing of the material; writing of the article.

Vladimir I. Chasovskii – scientific editing of the text; writing of some parts of the article.

The authors declare no conflict of interest.

Гидрология
Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е.

ГИДРОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 556.535

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-88-97

EDN: FXVQUM



**ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ ВОДНОСТЬ В РЕЧНОЙ СИСТЕМЕ ДОНА:
СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ**

Вера Александровна Дмитриева¹, Даниил Евгеньевич Дюкарев²

^{1, 2} Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

¹ verba47@list.ru, Scopus Author ID: 7201527612, ResearcherID: ABC-7662-2021, SPIN-код: 9507-2306, РИНЦ Author ID: 70059

² d-dukarev@yandex.ru, ResearcherID: MEK-7934-2025, SPIN-код: 3169-2376, РИНЦ Author ID: 1216133

Аннотация. В текущих климатических условиях меняется генезис экстремумов речного стока в бассейне Верхнего Дона. В формировании максимумов сокращается зависимость от прямых стокообразующих факторов, возрастает роль факторов подстилающей поверхности. Триггером изменений выступает активное нагревание атмосферы. Целью данного исследования является анализ современных черт и особенностей формирования максимальных расходов воды в бассейне Верхнего Дона.

Исходная информация по максимальным расходам воды систематизирована по 24 гидрологическим постам за период от начала функционирования постов по 2022 г. Сведения заимствованы из официальных источников гидрологической информации и электронных ресурсов АИС ГМВО за 2008–2022 гг. Использованы методы статистической обработки, графической и аналитической интерпретации пространственно-временной изменчивости гидрологических характеристик.

Динамика максимальных расходов воды подтверждает тенденцию снижения максимумов половодья и объемов половодья при увеличении продолжительности на 7–10 суток. Максимумы половодья на главной реке Дон, правобережных притоках Дона и Хопре совпадают по времени, на левобережных притоках Дона и притоках Хопра согласованность в годах отсутствует. Установлено, что в формировании экстремумов водности на средних и больших реках ведущую роль могут играть дождевые паводки, а не только снеговые половодья, как это было ранее. В 2016 и 2022 гг. экстремумы водности на р. Битюг – г. Бобров и р. Дон – г. Лиски имеют дождевое происхождение. Современный генезис является следствием потепления климата.

Выявленные черты водного режима, формирования экстремумов водности позволяют констатировать, что особенность участия дождевых паводков в формировании экстремальной водности на больших и средних реках при дальнейшей динамике климата потенциально может перейти в закономерность. Очевидно, что в нормативных документах по расчету основных гидрологических характеристик данный факт должен найти отражение.

Ключевые слова: Верхний Дон, половодье, паводок, экстремум водности

Для цитирования: Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е. Экстремальная водность в речной системе Дона: современные аспекты // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 88–97. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-88-97. EDN: FXVQUM

HYDROLOGY

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-88-97

EDN: FXVQUM

**EXTREME WATER CONTENT IN THE DON RIVER SYSTEM:
MODERN ASPECTS**

Vera A. Dmitrieva¹, Daniil E. Dyukarev²

^{1, 2} Voronezh State University, Voronezh, Russia

¹ verba47@list.ru, Scopus Author ID: 7201527612, ResearcherID: ABC-7662-2021, SPIN-code: 9507-2306, RSCI Author ID: 700592

² d-dukarev@yandex.ru, ResearcherID: MEK-7934-2025, SPIN-code: 3169-2376, RSCI Author ID: 1216133

Abstract. In the current climatic conditions, the genesis of river runoff extremes in the Upper Don basin is changing. In the formation of maxima, the dependence on direct runoff-forming factors is decreasing, with the increasing role of underlying surface factors. The trigger for the changes is active heating of the atmosphere. The aim of this study is to analyze the modern features of the formation of maximum water discharges in the Upper Don basin.



© 2025 Дмитриева В. А., Дюкарев Д. Е. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, перейдите по ссылке <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Гидрология
Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е.

The initial information on maximum water discharges was systematized for 24 hydrological posts for the period from the beginning of their operation until 2022. The data were taken from official sources of hydrological information and electronic resources of the AIS GMVO for 2008–2022. The study employed methods of statistical processing as well as graphical and analytical interpretation of spatiotemporal variability of hydrological characteristics.

The dynamics of maximum water discharges confirms the tendency of decreasing flood maxima and flood volumes with an increase in duration by 7–10 days. Flood maxima on the main river Don, right-bank tributaries of the Don, and the Khopra coincide in time, whereas on the left-bank tributaries of the Don and the tributaries of the Khopra, there is no consistency in years. It has been established that in the formation of water content extremes on medium-sized and large rivers the leading role can belong to rain floods, and not only to snow floods, as was the case previously. In 2016 and 2022, water content extremes on the Bityug River – Bobrov town and the Don River – Liski town were of rain origin. The modern genesis is a consequence of climate warming and the reaction of river runoff.

The revealed features of the water regime and the formation of water content extremes make it possible to state that, with further climate dynamics, the peculiarity of rain floods' participation in the formation of extreme water content on large and medium rivers can potentially become a regularity. Obviously, this fact should be reflected in the regulatory documents concerning the calculation of the main hydrological characteristics.

Keywords: Upper Don, spring flood, extreme water content

For citation: Dmitrieva, V.A., Dyukarev, D.E. (2025). Extreme water content in the Don River system: modern aspects. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 88–97. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-88-97. EDN: FXVQUM

Введение

В гидрологическом режиме речных потоков в текущем столетии наблюдаются процессы, которые коренным образом меняют привычные представления, закономерности и стереотипы о режиме равнинных рек европейской России. Они затрагивают все фазы водного режима – половодье, паводок и межень – в той или иной степени, а также другие составляющие гидрологического режима, в частности ледовый и гидрохимический режимы, твердый и тепловой стоки. В настоящее время наиболее изученными являются динамические процессы в водном режиме, рассмотренные на примере европейских рек Волги, Дона, Урала и их притоков [3, 5–8, 12–14, 16, 17, 22, 24, 25], в меньшей степени – режим рек Сибири и Дальнего Востока [2, 8]. Но даже при относительно высоком внимании к исследованию гидрологического режима европейских рек остаются неясности и вопросы, обусловленные многофакторностью речного стока, которые требуют дополнительного исследования и интерпретации.

Особый научный интерес вызывает экстремальная водность, многофакторность образования которой при современных физико-географических и метеорологических условиях и их сочетании нередко не дает однозначного толкования процесса. Гидрологическое событие обретает новые черты и нетипичные признаки. Изучение экстремальной водности имеет огромный и значимый практический аспект, поскольку увеличение водности рек до максимальных значений может привести к образованию катастрофических половодий, а низких половодий и расходов воды в межень – к маловодью с вытекающими для водных отраслей последствиями. При утверждении о малой вероятности образования экстремальных гидрологических ситуаций в бассейне Дона [26], их появление с очень редкой обеспеченностью вполне реально, как, например, на р. Битюг у г. Боброва в 1953 г. [6] и на малых реках Богучарке и Кантемировке в 2003 г., р. Россось – пгт Подгоренский в 2010 г. и др.

Сезонные границы фазы половодья сегодня не отвечают ранее разработанным представлениям и не укладываются в прежние временные рамки [1]. Сроки начала и конца половодья сдвигаются во времени, что требует применения методики «гибких» границ гидрологических сезонов при расчете внутригодового распределения стока.

Климатические изменения регионального уровня, характеризующиеся неуклонным повышением сезонной и годовой температуры воздуха [23], проявляются в природных процессах весьма отчетливо и затрагивают в большой мере режим водных объектов.

Цель исследования заключается в анализе формирования максимальных расходов воды (экстремумов) снегового половодья и дождевых паводков на реках Верхнедонского бассейна в текущих природно-климатических условиях.

Современные черты и особенности водного режима рассматриваются на примере рек верхней части бассейна Дона в пределах Российской Федерации.

Материалы и методы

В качестве базовой информации исследования анализируются максимальные и минимальные срочные расходы воды, даты их наступления за полный период наблюдений от начала функционирования гидрологического поста и по 2022 г. включительно, а также уровни воды по водомерным постам по мере необходимости.

В настоящее время на территории Верхнего Дона площадью 143 500 км² [6] действующих гидрологических постов насчитывается 24, т.е. 1 гидрологический пункт приходится на 5979 км² площади. Одновременно функционируют водомерные посты Данков, Гремячье и Павловск на Дону, на которых измеряются лишь уровни воды, поэтому в характеристике экстремальной водности их сведения рассматриваются только при анализе водного режима.

Современная региональная сеть гидрологической изученности относительно редкая по сравнению с ее состоянием до 1980-х гг. Плотность сети значительно снизилась после сокращения числа пунктов измерения вследствие оптимизации отечественной гидрологической сети, имевшей место в конце 1980-х гг., а также вследствие

Гидрология
Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е.

изменения водного режима некоторых рек, измерения на которых не отвечали условиям функционирования постов и точности измерения гидрологических характеристик по стандартным методикам, ограниченности или невозможности применения общесетевых приборов и оборудования (р. Криуша, Черная Калитва, Россось, р. Матыра – г. Грязи, р. Становая Ряса – г. Чаплыгин, р. Плавица – с. Богородицкое, р. Байгора – с. Байгора, р. Усмань – г. Усмань и др.). Территориально гидропосты располагаются в Тульской, Орловской, Липецкой, Тамбовской, Курской, Белгородской и Воронежской областях в пределах верхней части бассейна Дона.

Ряды характеристик речного стока (расход воды, модуль стока, слой стока) сформированы на основании сведений, размещенных в государственном водном кадастре (гидрологические ежегодники, ресурсы поверхностных вод (основные гидрологические характеристики). Данные текущих лет частично заимствованы из архивов территориальных центров Федеральной службы по гидрометеорологии и контролю окружающей среды России, Государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации (за разные годы) [2, 4, 18, 19, 21], а также электронных ресурсов АИС ГМВО за 2008–2022 гг.

Сформированные стоковые ряды имеют продолжительность от 128 лет (максимальная) до 41 года (минимальная). В диапазоне продолжительности функционирования 128–90 лет – 7 гидропостов, 89–50 лет – 11 гидропостов, 50–40 лет – 3 гидропоста. Почти на всех гидропостах есть пропуски наблюдений разной длительности. Для получения непрерывного ряда короткие перерывы наблюдений в 1–2 года восстанавливались по рекам-аналогам методом парной корреляции с учетом требований нормативных документов [27, 28]. Пропуски наблюдений массово пришлись на годы Великой Отечественной войны, но и до них, и в последующие годы имело место отсутствие по разным причинам фактических измерений. Реперным постом наблюдений в бассейне Дона является гидропост г. Лиски (128 лет), расположенный на главной реке. Впервые измерения максимальных расходов воды были выполнены в половодье в 1881 г., а круглогодичные измерения стока ведутся с 1894 г. К нему в качестве опорных гидропостов можно отнести Дон – Задонск, Сосна – Елец, Тим – Новые Савины, Хопер – Поворино, Воронеж – Липецк-2, Битюг – Бобров с продолжительностью наблюдений 96, 95, 95, 94, 91, 90 лет соответственно. Таким образом, по объему исходной информации массив сведений о расходах воды обладает достаточной полнотой для всестороннего гидрологического анализа.

Результаты и обсуждение

Экстремальная водность редкой повторяемости (как наивысшая, так и наименьшая) интересна с познавательно-общественной, научной и практической позиций. Отсутствие у большинства населения нашей страны представления о потенциальном разливе воды, размахе колебаний речного стока в отдельные сезоны и фазы водного режима, возможном «разгуле» водной стихии в годы высокой водности, снижении ее в годы низкой водности одинаково чревато последствиями для отраслевых экономик, водной отрасли в целом и отдельных граждан и эксплуатантов водных объектов. Отсутствие представлений о периодичности природных процессов, «гидрологическая неграмотность» о циклах водности и неизбежности их повторения, наличии лет высокой и низкой водности в многолетних и вековых колебаниях речного стока у широкой массы населения страны, нарушение эксплуатации пойменных участков речных долин и массовая их застройка приводят к катастрофическим последствиям, примером которых служат наводнения во время весеннего половодья в г. Оренбурге весной 2024 г., более ранние события на р. Адагум в г. Крымске (2012 г.), Амуре (2013 г.) и других реках России.

В бассейне Верхнего Дона экстремальная водность образуется, как правило, в fazu весеннего снегового половодья. Наибольшую опасность представляют расходы и уровни воды с вероятностью превышения (обеспеченностью) 1–5 %, повторяющиеся 1 раз в 100–20 лет соответственно. Их образование в бассейне, как утверждается в [26], мало допустимо, но подъемы уровней воды на 2–3 м вполне возможны.

Действительно, мощных половодий, образованных от таяния снега, в текущем столетии в бассейне Верхнего Дона не наблюдается. Последнее по времени наступления высокое половодье произошло в 1970 г., а на крупном притоке Дона – р. Хопер – в 1979 и 1994 гг. Повсеместно в Донском бассейне многоводным был 1942 г., а исторически многоводным, по данным гидрологических измерений на р. Дон – г. Лиски, был 1882 г.

Анализируя водность рек за единый временной период наблюдений (1955–2022 гг.), освещенный измерениями на 85 % гидрологических постов, можем утверждать, что полного совпадения в годах наступления максимальных расходов воды не наблюдается. Наиболее часто среди многоводных лет сформировавшимися выдающимися максимумами половодья по приведенным гидропостам повторяются 1970, 1963, 1957 гг.

Наибольшая согласованность в годах с максимальным стоком наблюдается на р. Дон (на всех постах до г. Лиски) и притоках Дона, включая реки Красивая Мечка, Сосна, Воронеж. Таким годом является 1970 г. Ниже впадения р. Воронеж времененная однородность в датах исчезает, и в числе многоводных лет оказываются 1955, 1963, 1979, 1994 гг. Соответствие во времени в большей мере наблюдается на постах, расположенных на одной географической широте, что подчеркивает зональность в распределении стока (рис. 1).

Следует заметить, что даже на постах, расположенных на одной реке, в частности Хопер, Битюг, Ворона, временная согласованность отсутствует. Так, на р. Хопер – г. Поворино выдающимся по величине стока половодью был 1994 г., а на гидропосту Новохоперск, отстоящем от него на расстоянии 114 км ниже по течению, таким был 1955 г. Архивные материалы по водному режиму р. Хопер на данном участке не позволяют выявить причину подобного географо-гидрологического несоответствия.

Гидрология

Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е.

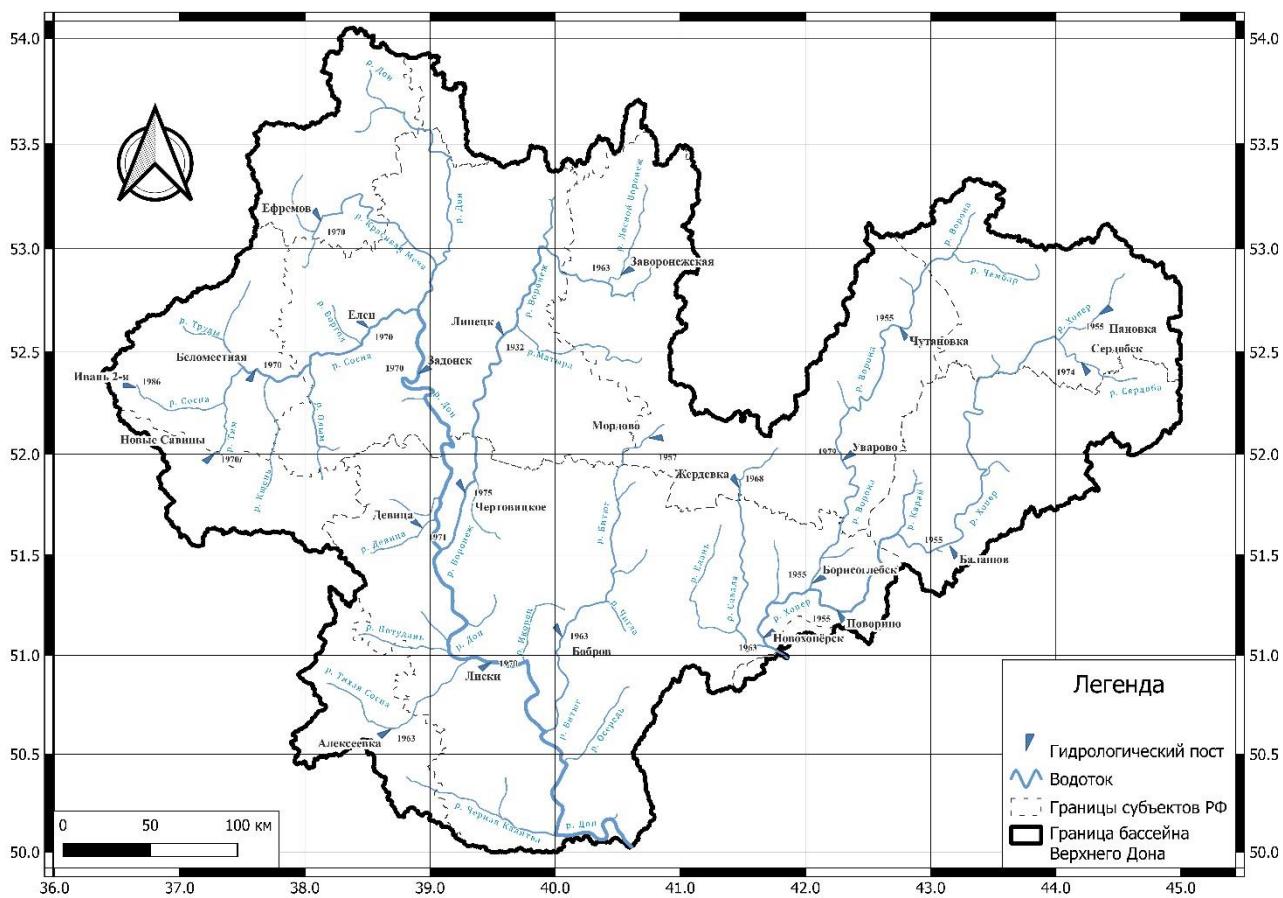


Рис. 1. Карта-схема дат наступления (годы) максимального расхода половодья на реках Верхнего Дона в 1955–2022 гг.

Fig. 1. Map-scheme of dates of occurrence (years) of maximum spring flood discharge on the rivers of the Upper Don in 1955–2022

После 1970-го, многоводного года на Дону последней трети прошлого столетия, наблюдается повсеместный спад максимальных расходов воды и объемов стока половодья как на главной реке, так и на ее притоках, что в целом подтверждает общую тенденцию временной изменчивости стока на реках европейской России. При этом продолжительность половодья на всех реках согласованно увеличивается примерно на 7–10 суток (рис. 2).

Причина изменения характера снегового половодья, снижения объемов и максимумов речного стока, смещения дат наступления максимумов заключается в его генезисе, отвечающем современным климатическим вызовам. Подробное представление о современном генезисе половодных максимумов, склоновом стоке, режиме стока приводится в ряде работ [6, 7, 12, 13, 16]. Доминирующую роль в генезисе максимальных расходов воды играют состояние почвы в период осеннего увлажнения и влагонакопления, промерзания в осенне-зимний сезон, создания снегозапаса и наибольшая глубина ее промерзания перед началом половодья, высота снежного покрова и запас воды в снеге накануне половодья, а также метеорологические условия в зимний сезон.

Глубина промерзания почвы способна изменить генезис снегового половодья до нетипичного, сформировать совершенно новый вид гидрографа, не отвечающий восточно-европейскому типу водного режима рек Верхнего Дона. Подобного вида гидрограф имел место в 1953 г. на р. Битуг – г. Бобров (рис. 3), а в 2022 г. – на ряде рек в бассейне Дона.

Гидрология
Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е.

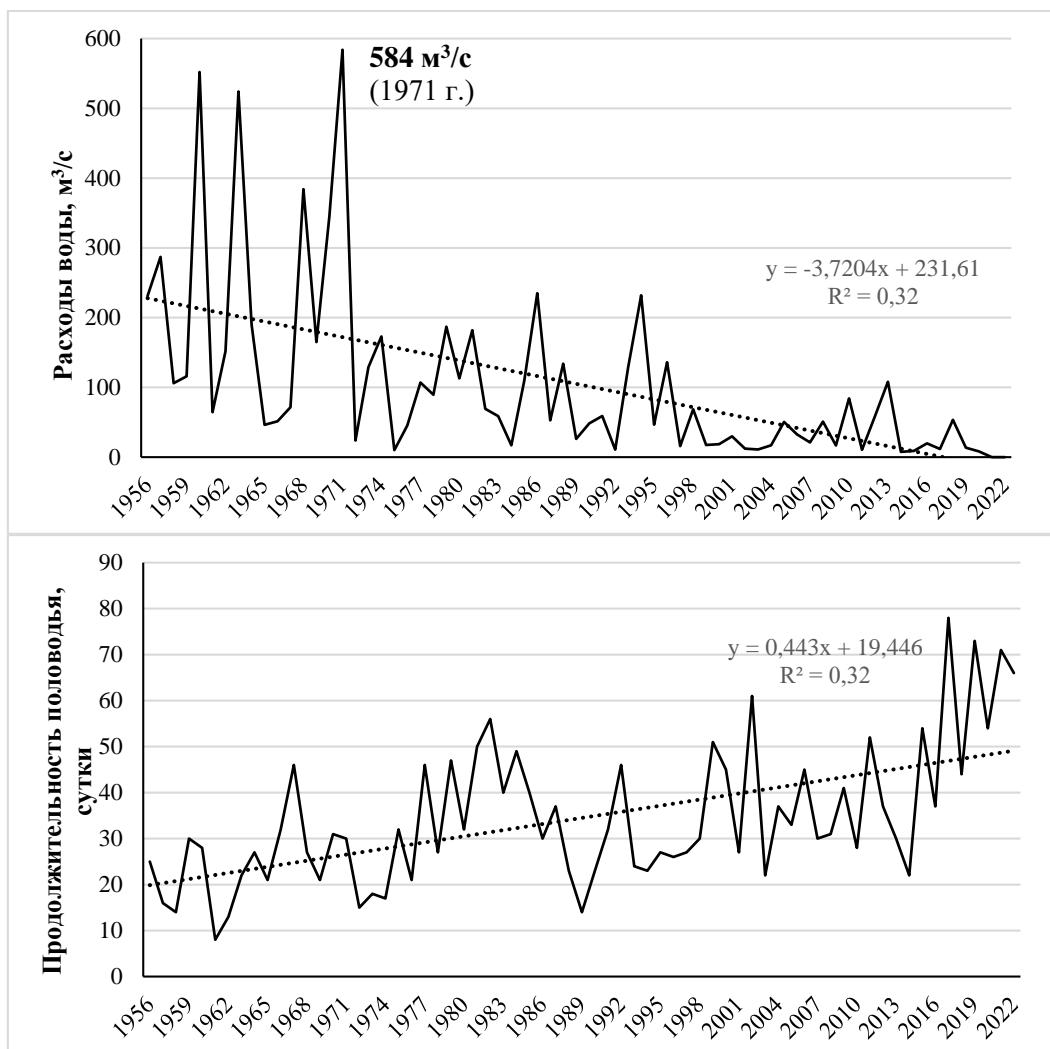


Рис. 2. Максимальные расходы воды и продолжительность половодья р. Девица – с. Девица за 1956–2022 гг.
Fig. 2. Maximum water discharge and duration of spring flood on the Devitsa River– Devitsa village for 1956–2022

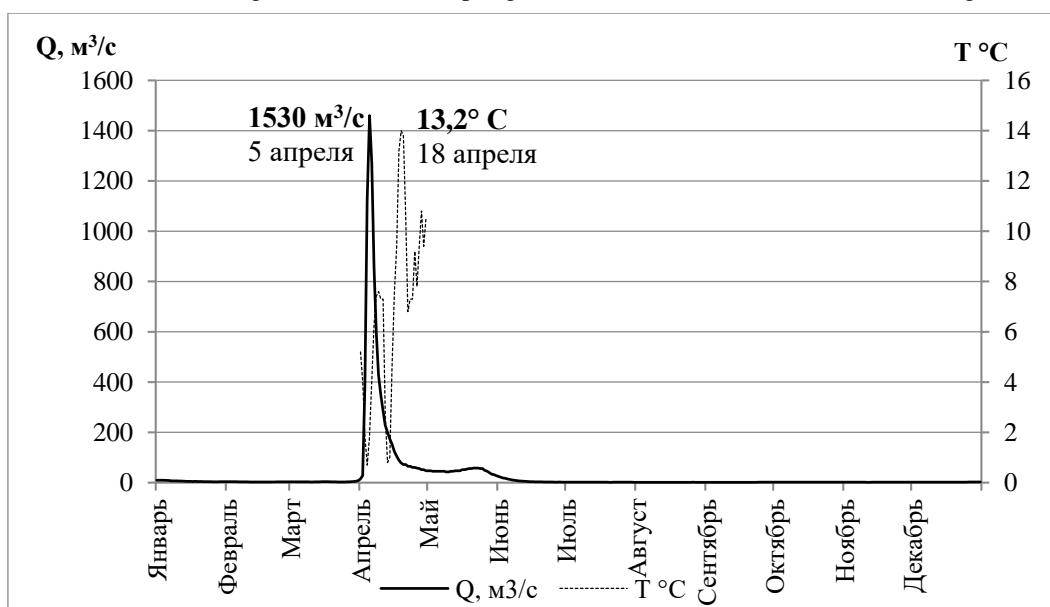


Рис. 3. Ежедневные расходы воды, Q, м³/с и среднесуточная температура воздуха, T °C
(в половодье по метеостанции Лиски) р. Битюг – г. Бобров за 1953 г.

Fig. 3. Daily water discharge, Q, m³/s, and average daily air temperature, T °C
(in spring flood at the Liski meteorological station) on the Bityug River – Bobrov town for 1953

Гидрология
Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е.

По форме гидрограф не соответствует восточно-европейскому типу водного режима рек, выделенному Зайковым Б.Д. [11]. Стремительный подъем, кратковременный спад половодья обязаны сложившимся природно-метеорологическим условиям, предшествующим половодью и в период половодья. Данный вид гидрографа стал отображением особых, нетипичных физико-географических условий осенне-зимнего сезона 1952–1953 гг.

Река Битюг – равнинная река. Она является левым притоком Дона, берет начало в Тамбовской области, течет по Липецкой области и впадает в Дон в Воронежской области. Река, протяженностью 379 км и площадью водосбора 8840 км², одновременно относится к категории «большая» по длине и категории «средняя» по площади водосбора [9]. Ее речной бассейн лежит на Окско-Донской низменной равнине, что предопределяет спокойный равнинный характер течения. Но при определенном сочетании метеорологических (долгий период с низкими температурами воздуха и быстрый приток тепла в начале половодья), физико-географических (состояние почвы и ее влагонасыщение, глубокое промерзание к началу снеготаяния) и гидрологических (достаточно высокий снегозапас и наличие воды в снеге) факторов возникают мощные половодья.

Так, при малоснежной зиме 1952–1953 гг., суровом температурном режиме воздуха, длительных отрицательных среднемесячных температурах, сохранявшихся с декабря 1952 по апрель 1953 г., глубина промерзания почвы составила 102 см по измерениям на ближайшей метеостанции Лиски Воронежской области при 94 см за период климатической нормы 1961–1990 гг. (табл.). Для сравнения укажем, что в текущем столетии глубина промерзания почвы была существенно ниже нормы, а самая низкая на данной метеостанции, равная 13 см, отмечена в зиму 2021–2022 гг.

Таблица
Table

Метеорологические параметры за 1952–1953 гг. по метеостанции Лиски Воронежской области
Meteorological parameters for 1952–1953 at the Liski meteorological station in the Voronezh region

<i>Месяц</i> <i>Month</i>	<i>Среднемесячная температура воздуха, °C</i> <i>Average monthly air temperature, °C</i>	<i>Сумма осадков, месяц, мм</i> <i>Precipitation, month, mm</i>	<i>Глубина промерзания почвы, см</i> <i>Depth of soil freezing, cm</i>
			<i>1952 г.</i>
ноябрь	1,0	18,8	2
декабрь	-6,0	21,3	20
<i>1953 г.</i>			
январь	-8,0	31	90
февраль	-13,5	35,8	102
март	-4,0	18,9	66
апрель	-7,0	50,2	—
май	14,6	70,3	—
июнь	21,8	23,2	—
июль	22,0	61,7	—
август	21,2	24,7	—
сентябрь	13,4	43,4	—
октябрь	6,2	8,6	—
ноябрь	-4,5	13,4	—
декабрь	-6,1	13,9	—

К началу снеготаяния весной 1953 г. образовался снежный покров максимальной высоты около 36 см. При подобной высоте снежного покрова потенциально не могло сформироваться высокое половодье. Но высокая глубина промерзания почвы, наибольшая за период наблюдений, стала ведущим фактором в гидрологическом процессе половодного стока. При этом нарастание тепла и увеличение речного стока происходило с опережением по времени последним: максимум стока зафиксирован 5 апреля, а максимум суточной температуры воздуха только 20 апреля (рис. 3).

При притоке тепла, достаточном для снеготаяния, жидкая вода стекает по мерзлой поверхности водосбора, экранирующей инфильтрацию талой воды. Отрицательные температуры воздуха, сохранившиеся в течение всего апреля 1953 г., способствовали задержке склоновой талой воды в понижениях рельефа и последующему стеканию ее в русловое ложе.

Гидрограф половодья р. Битюг у г. Боброва за 1953 г. обладал рядом особенностей: ветвь подъема, от начала половодья с 25 марта до пика половодья 5 апреля, длилась 11 суток. Спад половодья как обычно более продолжительный, но и он продлился по 31 мая, т.е. 56 суток. Вся фаза половодья составила 67 суток.

Гидрология
Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е.

Максимальный среднесуточный расход 5 апреля 1953 г. равен $1430 \text{ м}^3/\text{с}$, а срочный – $1520 \text{ м}^3/\text{с}$. Данные величины максимального расхода воды и продолжительности половодья на р. Битюг – г. Бобров не повторялись в истории стационарных гидрологических наблюдений с 1933 г. по настоящее время.

К местным особенностям формирования стока половодья на данной реке следует отнести тот факт, что на гидрологическом посту р. Битюг – с. Мордово, расположенным выше по течению реки в Тамбовской области, гидрограф имел обычный вид восточно-европейского типа водного режима.

Важной особенностью современного генезиса являются зимние паводки, обусловленные особым метеорологическим режимом в зимний сезон. Частая смена температуры воздуха с отрицательных значений на положительные, мощные затоки тепла с выходом циклонов образуют зимние паводки, которые существенно снижают сток половодья. Если ранее оттепели лишь изредка нарушили зимний режим рек [21], то в XXI в. их образование – характерная черта водного режима.

В текущем веке в формировании максимальных годовых расходов появились случаи их приуроченности к дождевым паводкам. Если для малых и средних рек, по морфометрическим характеристикам близким к малым, образование экстремумов водности от дождевых паводков – событие закономерное, то для средних и больших рек оно является особенностью и даже аномалией. В бассейне Верхнего Дона подобная особенность отмечена в 2016 г. на р. Битюг – г. Бобров и в 2022 г. на р. Дон – г. Лиски (рис. 4).

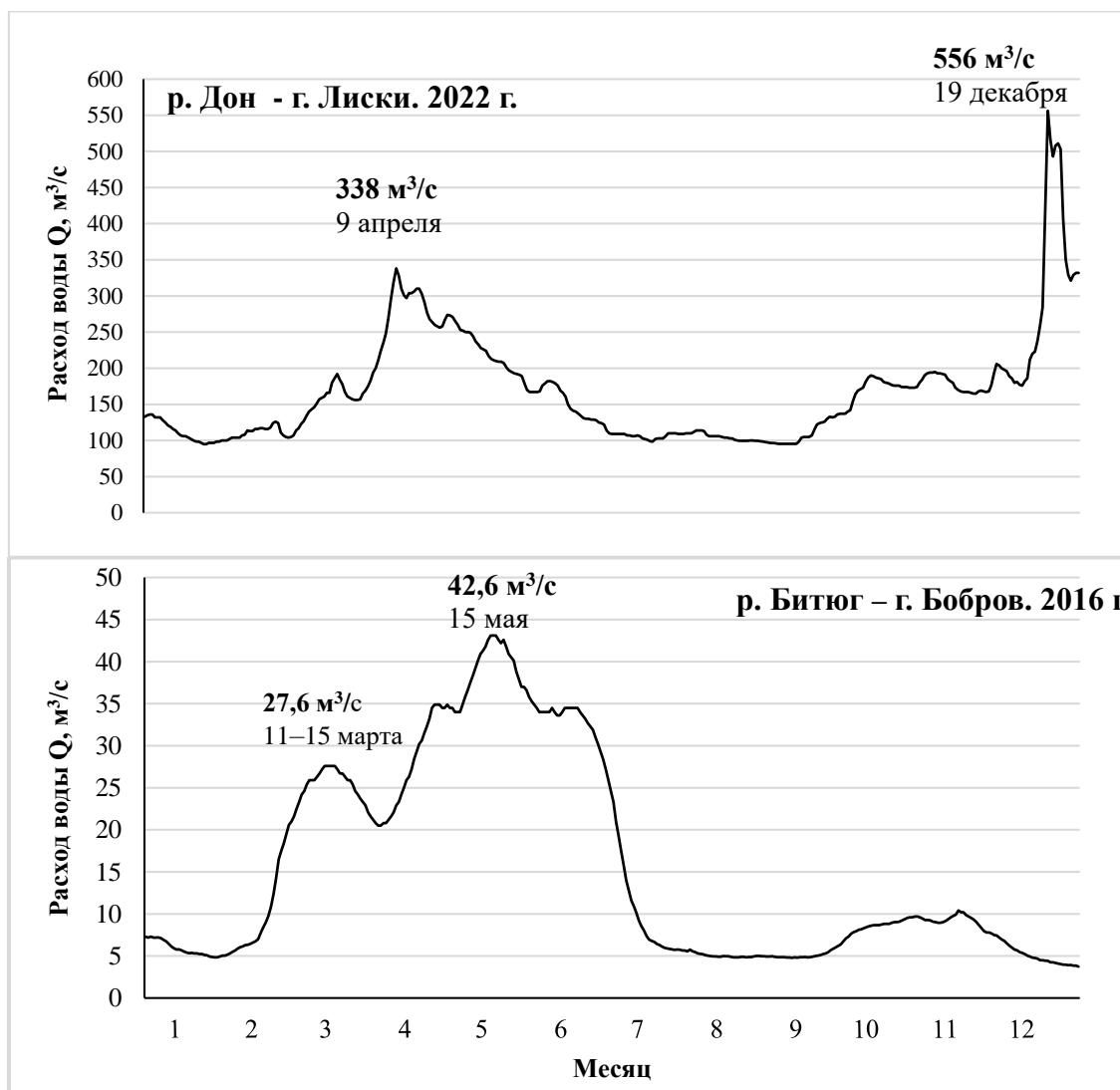


Рис. 4. Гидрографы в годы с выдающимися дождевыми паводками
Fig. 4. Hydrographs in years with extreme rain floods

Гидрология
Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е.

На реке Битюг в 2016 г., как и на большей части бассейна Верхнего Дона, половодье началось значительно раньше, примерно на 1–1,5 месяца, средних сроков для бассейна. Средняя дата начала половодья ранее приходилась на середину марта, пик половодья – на первую декаду апреля, конец половодья – на конец апреля – середину мая [15, 21]. В настоящее время начало половодья сместилось примерно на 10 суток в сторону более ранних сроков, и самый ранний срок начала половодья в бассейне Верхнего Дона пришелся на февраль 2016 г.

Половодье от таяния снега в 2016 г. было повсеместно невысоким. Максимум на р. Битюг – г. Бобров был зафиксирован 11–15 марта величиной 27,6 м³/с, что относится к очень низким значениям половодных расходов воды. Затем на спаде половодья начались дожди обложного характера, продолжавшиеся 4 месяца. Они сформировали небывало высокий дождевой паводок, не характерный по величине и времени года. Максимум стока дождевого паводка превысил максимум классического половодья в 1,5 раза. Период высокой водности по происхождению стал смешанным от таяния снега и дождевых осадков, причем паводок явился продолжением половодья.

Исключительно высокий дождевой паводок сформировался на р. Дон – г. Лиски в 2022 г. Его формированию способствовали обильные дождевые осадки с сентября и до конца года. Годовая сумма составила 763 мм. Этот год по количеству атмосферных осадков стал вторым по величине в истории столетних наблюдений (с 1924 г. по текущий год) метеостанции Лиски.

В результате в декабре образовался исключительно высокий дождевой паводок, а пик его пришелся на 19 декабря – время зимней межени. Он не только превысил по величине известные дождевые паводки, но и был сопоставим с максимумами половодий и превосходил их в отдельные годы.

Данное гидрологическое событие подтверждает не свойственные черты водного режима: образование мощного дождевого паводка на большой реке в нехарактерный для него сезон, существенное превышение, в 1,6 раза, максимума паводка над максимумом половодья. Гидрометеорологическая особенность в образовании дождевых паводков отмечается дважды в текущем столетии (в 2016 и 2022 гг.), что является ответной реакцией на региональное повышение температурного фона атмосферы. При прогнозируемом потеплении климата повторение подобных гидрологических событий вполне вероятно.

Заключение

Анализ максимальных расходов воды на реках Донского бассейна меняет парадигму о формировании экстремумов водности. Максимумы водности могут образовываться как от снегового половодья весной, так и от обильных дождевых осадков независимо от сезона их выпадения. Дождевые паводки больше не являются исключительной принадлежностью малых рек. Как показывают рассмотренные примеры, они могут формироваться на средних и больших реках (р. Битюг – г. Бобров, А=7340 км²; р. Дон – г. Лиски, А=69500 км²) и в современной климатической динамике экстремумы водности на больших реках Донского бассейна могут быть приурочены к дождевым паводкам.

При снижении максимумов половодья и объемов стока половодья продолжительность половодья увеличивается. Доминирующую роль в гидрологическом сценарии половодья играет состояние почвы к началу снеготаяния: глубина промерзания, насыщение почвы влагой осенью, от которых зависят инфильтрационные потери в начале снеготаяния. Изменившийся генезис половодья является следствием современной динамики климата, при сохранении которой возможно приобретение новых нехарактерных черт и особенностей в водном режиме европейских рек России.

Библиографический список

1. Владылов А.М. Сток рек в маловодный период. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. 296 с.
2. Водные ресурсы России и их использование: монография / под ред. И.А. Шикломанова. СПб, 2008. 600 с.
3. Горбаренко А.В. Трансформация стока весеннего половодья и паводков в бассейне Верхней Волги под влиянием климатических изменений / А.В. Горбаренко, Н.А. Варенцова, М.Б. Киреева // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2021. № 4. С. 6–28. DOI: 10.35567/1999-4508-2021-4-1 EDN: KAMQTB
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году». М.: Минприроды, 2025. 707 с.
5. Джамалов Р.Г., Киреева М.Б., Косолапов А., Фролова Н.Л. Водные ресурсы бассейна Дона и их экологическое состояние. М.: ГЕОС, 2017. 205 с. ISBN: 978-5-89118-759-7 EDN: XXAZFJ
6. Дмитриева В.А. Современные изменения водного режима и морфометрии рек Верхнедонского бассейна // Известия РАН. Серия географическая. 2020. №1. С. 103–113. DOI: 10.31857/S2587556620010070 EDN: XCJTSG
7. Дмитриева В.А., Бучик С.В. Генезис максимумов водности рек и изменчивость водного режима в современный климатический период // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2016. № 5. С. 50–62. EDN: WWKEDN
8. Добровольский С.Г. Проблема глобального потепления и изменений стока российских рек // Водные ресурсы. 2007. Т. 34, № 6. С. 643–655. EDN: IBCEJP
9. Доманицкий А.П., Дубровина Р.Г., Исаева А.И. Реки и озера Советского Союза (справочные данные). Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 104 с.
10. Дюкарев Д.Е. Исследование ряда максимальных уровней воды на соответствие статистическим гипотезам (на примере реки Сосна) // Региональные эколого-географические и туристско-рекреационные исследования: сборник научных статей. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2024. С. 303–308.
11. Зайков Б.Д. Средний сток и его распределение в году на территории СССР / Б.Д. Зайков // Тр. НИУ ГУГМС СССР. Серия IV. 1946. Вып. 24. С. 67–95. EDN: SFQWKO

Гидрология
Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е.

12. Кашутина Е.А., Ясинский С.В., Коронкевич Н.И. Весенний поверхностный склоновый сток на Русской равнине в годы различной водности // Известия РАН. Серия географическая. 2020. № 1. С. 37–46. DOI: 10.31857/S2587556620010100 EDN: PUSWND
13. Киреева М.Б., Фролова Н.Л. Современные особенности весеннего половодья рек бассейна Дона // Водное хозяйство России. 2013. № 1. С. 60–76. EDN: PWLEMP
14. Кумани М.В., Шульгина Д.В., Киселев В.В. Многолетняя динамика основных элементов стока рек в пределах Центрального Черноземья // Региональные геосистемы. 2021. № 45 (4). С. 617–631. DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-4-617-631 EDN: LFILXO
15. Курдов А.Г., Курдов А.Г. Водные ресурсы Воронежской области: формирование, антропогенное воздействие, охрана и расчеты. Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 1995. 224 с.
16. Лурье П.М., Панов В.Д. Река Дон: гидрография и режим стока. Научное издание / П.М. Лурье. Ростов-н/Д.: Донской издательский дом, 2018. 592 с.
17. Магрицкий Д.В., Сивохин Ж.Т., Павлейчик В.М., Кисебаев Д.К. Научно-прикладное изучение стока рек в бассейне Урала в XX в. – начале XXI в. Часть 1. Сток и водный режим. Многолетние изменения // Вопросы степеведения. 2023. № 1. С. 25–44. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-1-25-44 EDN: BEIEOR
18. Научно-прикладной справочник: Многолетние колебания и изменчивость водных ресурсов и основных характеристики стока рек Российской Федерации / под ред. В.Ю. Георгиевского. СПб: ООО «РИАЛ», 2021. 190 с.
19. Научно-прикладной справочник: Основные гидрологические характеристики водных объектов бассейна реки Дон / под ред. В.Ю. Георгиевского. СПб: Свое издательство, 2020. 262 с.
20. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Л.: Гидрометеоиздат, 1964. Т. 7. 267 с.
21. Ресурсы поверхностных вод СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. Т. 7. 460 с.
22. Сивохин Ж.Т., Павлейчик В.М. Современные изменения максимального стока рек бассейна реки Урал // Вестник Воронежского государственного университета. Серия География. Геоэкология. 2024. № 2. С. 72–80. DOI: 10.17308/geo/1609-0683/2024/2/72-80 EDN: GIVZMI
23. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб: Наукомкие технологии, 2022. 124 с.
24. Чернова М.А., Дудник С.Н., Буковский М.Е. Изменчивость водного режима рек донского бассейна // Вестник Воронежского государственного университета. Серия География, Геоэкология. 2020. № 3. С. 40–48. DOI: 10.17308/SEO2020.3.2022 EDN: GGRMIA
25. Шайдулина А.А. Пространственно-временные закономерности снеготаяния на речных водосборах Верхней Камы / А.А. Шайдулина, В.Г. Калинин, М.А. Фасахов // Географический вестник. 2022. № 1 (60). С. 100–112. DOI: 10.17072/2079-7877-2022-1-100-112 EDN: CMVSLJ
26. Экстремальные гидрологические ситуации и мероприятия по защите от них / отв. ред. Н.И. Коронкевич, Е.А. Барбанова, И.С. Зайцева. М.: Медиа-Пресс, 2010. 464 с.
27. Свод правил по проектированию и строительству. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. М.: Госстрой России, 2004. 75 с.
28. Свод правил. СП 529.1325800.2023. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. М., 2023. 103 с.

References

1. Vladimirov A.M. (1976). Stok rek v malovodnyj period. Leningrad: Gidrometeoizdat, 296 p.
2. Shiklomanov I.A. (ed.), 2008. Vodnye resursy Rossii i ikh ispol'zovanie: monografiya. Saint Petersburg, 600 p.
3. Gorbarenko A.V. (2021). Transformatsiya stoka vesennego polovod'ya i pavodkov v basseyne Verkhney Volgi pod vliyaniem klimaticeskikh izmeneniy / A.V. Gorbarenko, N.A. Varentsova, M.B. Kireyeva // Vodnoye khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravleniye. – pp. 6-28. – DOI 10.35567/1999-4508-2021-4-1.
4. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchey sredy` Rossijskoj Federacii v 2023 godu». M. Minprirody, 2025, pp. 707.
5. Dzhamalov R.G. et al., 2017. Vodnye resursy basseyna Dona i ikh ekologicheskoe sostoyanie. M: GEOS, 205 p.
6. Dmitrieva V.A. (2020). Sovremennye izmeneniya vodnogo rezhima i morfometrii rek Verkhnedonskogo basseyna. Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya, (1), pp.103-113.
7. Dmitrieva V.A. Buchik, S.V. (2016). Genezis maksimumov vodnosti rek i izmenchivost' vodnogo rezhima v sovremenennykh klimaticeskikh period. Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie, vol.5, pp.50-62.
8. Dobrovolskiy S.G. (2007). Problema global'nogo potepleniya i izmeneniy stoka rossiyskikh rek. Vodnye resursy, 34, vol.6, pp.643-655.
9. Domanitsky A.P., Dubrovina R.G., Isaeva A.I. (1970). Reki i ozera Sovetskogo Soyuza (spravochnye dannye). Leningrad: Gidrometeoizdat, 104 p.
10. Dyukarev D.E., Dmitrieva V.A. (2024). Issledovanie ryada maksimal'nykh urovney vody na sootvetstvie statisticheskym gipotezam (na primere reki Sosna). Regionalnye ekologo-geograficheskie i turistsko-rekreacionnye issledovaniya: Sbornik nauchnykh statey. Voronezh: Voronezhskiy gosudarstvenny universitet, pp.303-308.
11. Zaykov B.D. (1946). Sredniy stok i ego raspredelenie v godu na territorii SSSR. Trudy NIU GUGMS SSSR, IV, pp.67-95.
12. Kashutina E.A., Yasinskiy S.V., Koronkevich N.I. (2020). Vesennyj poverkhnostnyj sklonovyj stok na Russkoj ravnine v gody razlichnoj vodnosti. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya, vol. 1, pp.37-46.
13. Kireeva M.B., Frolova N.L. (2013). Sovremennye osobennosti vesennego polovoda rek basseyna Dona. Vodnoe khozyaystvo Rossii, (1), pp.60-76.
14. Kumani M.V., Shul'gina D.V., Kiselev V.V. (2021). Mnogoletnaya dinamika osnovnyx elementov stoka rek v predelakh Centralnogo Chernozem'ya. Regional'nye geosistemy, 45 (4): pp. 617–631. DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-4-617-631.

Гидрология
Дмитриева В.А., Дюкарев Д.Е.

15. Kurdov A.G. (1995). Vodnye resursy Voronezhskoy oblasti: formirovaniye, antropogennoe vozdeystvie, okhrana i raschety. Voronezh: Izdatel'stvo Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 224 p.
16. Lur'e P.M., Panov V.D. (2018). Reka Don: gidrografiya i rezhim stoka. Nauchnoe izdanie. Rostov-na-Donu: Donskoy izdatel'skiy dom, 592 p.
17. Magritskiy D.V., Sivokhip Zh.T., Pavleychik V.M., Kisebaev D.K. (2023). Nauchno-prikladnoe izuchenie stoka rek v basseyne Urala v XX v. – nachale XXI v. Chast' 1. Stok i vodnyy rezhim. Mnogoletye izmeneniya. Voprosy stepovedeniya, (1), pp.25-44.
18. Nauchno-prikladnoy spravochnik: Mnogoletniye kolebaniya i izmenchivost' vodnykh resursov i osnovnykh kharakteristik stoka rek Rossiyskoy Federatsii / Red. V.Yu. Georgiyevskiy. SPb.: OOO "RIAL", 2021. 190 p.
19. Nauchno-prikladnoy spravochnik: Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki vodnykh ob'ektov basseyna reki Don / pod red. V.Yu. Georgiyevskiy. SPb.: Svoe izdatel'stvo, 2020. 262 p.
20. Resursy poverhnostnykh vod SSSR. Gidrologicheskaya izuchennost', 1964. T. 7. Donskoy rayon. Leningrad: Gidrometeoizdat. 267 p.
21. Resursy poverhnostnykh vod SSSR, 1973. T. 7. Donskoy rayon. Leningrad: Gidrometeoizdat. 460 p.
22. Sivokhip Zh.T., Pavleychik V.M. (2024). Sovremennyye izmeneniya maksimal'nogo stoka rek basseyna reki. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geografiya. Geoe'kologiya, 2, pp.72-80. DOI: 10.17308/geo/1609-0683/2024/2/72-80.
23. Tretiy otsenochnyy doklad ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyahna territorii Rossiyskoy Federatsii. Obshchee rezyume. SPb.: Naukoemkietekhnologii, 2022. 124 p.
24. Chernova M.A., Dudnik S.N., Bukovskiy M.E. (2020). Izmenchivost' vodnogo rezhma rek donskogo basseyna. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geografiya. Geoe'kologiya, 3, pp.40-48. DOI: 10.17308/SEO 2020.3.2022.
25. Shaydullina A.A., Kalinin V.G., Fasakhov M.A. (2022). Prostranstvenno-vremennye zakonomernosti snegotayaniya na rechnykh vodosborakh Verkhney Kamy. Geograficheskiy vestnik, 1, pp.100-112. DOI: 10.17072/2079-7877-2022-1-100-112.
26. Koronkevich N.I., Barabanova E.A., Zaytseva I.S. (2010). Ekstremal'nye hidrologicheskiye situatsii i meropriyatiya po zashchite ot. Moscow: Media-Press. 464 p.
27. Svod pravil po proektirovaniyu i stroitel'stu. SP 33-101-2003.Opredelenie osnovnyx raschetnyx hidrologicheskix xarakteristik. M. Gosstroj Rossii, 2004. 75 p.
28. Svod pravil. SP 529.1325800.2023. Opredelenie osnovnyx raschetnyx hidrologicheskix xarakteristik. Izdanie oficial'noe. M., 2023. 103 p.

Статья поступила в редакцию: 20.02.25, одобрена после рецензирования: 11.04.2025, принятая к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 20 February 2025; approved after review: 11 April 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Вера Александровна Дмитриева

доктор географических наук, профессор кафедры природопользования факультета географии, геоэкологии и туризма
Воронежский государственный университет;
394068, Воронеж, ул. Хользунова, д. 40

Information about the authors

Vera A. Dmitrieva

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department of Nature Management, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism,
Voronezh State University;
40, Khol'zunova st., Voronezh, 394068, Russia

e-mail: verba47@list.ru

Даниил Евгеньевич Дюкарев

студент кафедры природопользования факультет географии, геоэкологии и туризма
Воронежский государственный университет;
394068, Воронеж, ул. Хользунова, д. 40

Daniil E. Dyukarev

Student, Department of Nature Management, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism,
Voronezh State University;
40, Khol'zunova st., Voronezh, 394068, Russia

e-mail: d-dukarev@yandex.ru

Вклад авторов

Дмитриева В.А. – автор идеи, обработка материала, написание и редактирование текста

Дюкарев Д.Е. – сбор и обработка материала, составление карта-схемы, оформление рисунков.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Vera A. Dmitrieva – the idea; processing of the material; writing and editing of the text.

Daniil E. Dyukarev – collection and processing of the material; drawing up of the map-scheme; preparation of the pictures.

The authors declare no conflict of interest.

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Научная статья

УДК: 616.12-008.9-085.1:551.586(470.52)

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-98-113

EDN: HCGGHT



ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ЧАСТОТУ ОБРАЩЕНИЙ НАСЕЛЕНИЯ Г. ТОМСКА ЗА ЭКСТРЕННОЙ КАРДИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩЬЮ В 2018–2022 ГГ.

**Ольга Евгеньевна Нечепуренко¹, Ирина Валерьевна Кужевская², Наталья Николаевна Чередько³,
Оксана Юрьевна Лихачева⁴, Алексей Николаевич Репин⁵, Сергей Анатольевич Округин⁶**

^{1, 2, 4}Томский государственный университет, г. Томск, Россия

³ Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения РАН, г. Томск, Россия

^{5, 6} Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, г. Томск, Россия

¹ o.e.nechepurenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1100-6315, SPIN-код: 3755-8494

² irinakuzhevskaia@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0915-1062; SPIN-код: 1167-7247

³ atnik3@rambler.ru, ORCID: 0000-0001-7897-2182; SPIN-код: 7001-0713

⁴ oksanalihacheva17138@gmail.com, ORCID: 0009-0006-9310-3405

⁵ ran@cardio-tomsk.ru, ORCID: 0000-0001-7123-0645

⁶ osa@cardio-tomsk.ru, ORCID: 0000-0002-1355-0154

Аннотация. Наблюдаемые изменения климата делают актуальной проблему профилактики, своевременного предупреждения и коррекции метеозависимых заболеваний, в том числе острой коронарной патологии (ОКП), вследствие наблюдающихся и прогнозируемых сдвигов средних показателей, роста изменчивости и экстремальности погодно-климатических условий. Специфика реакции и адаптации организма человека к изменениям погодных условий в зависимости от климатических особенностей территории делает особенно актуальными исследования, выполненные на региональном уровне. Цель – выявление погодных условий, сопутствующих повышенным рискам сердечно-сосудистой патологии в г. Томске. Оценка обусловленности роста числа госпитализаций в НИИ кардиологии г. Томска метеорологическими условиями проводилась по ежесуточным данным метеостанции Томск (весь спектр измеряемых погодных характеристик). Зависимости частоты ангинозных приступов (АП) от погодных условий оценивались применением корреляционного анализа и проведением экспериментальных оценок. Сезонные особенности динамики числа обращений оценивались по суточным значениям числа обращений, нормированным на среднемесячные значения за рассмотренный период (брали за 100 %). Отдельно были выделены для анализа дни с числом 6 АП и более, проанализированы метеорологические характеристики в эти дни и за пять дней, предшествующие им. Критический уровень значимости принимали $\leq 0,05$. Установлены комбинации неблагоприятных метеорологических характеристик, соответствующих росту числа АП с диагнозом острый инфаркт миокарда (ОИМ) и острая коронарная недостаточность (ОКН). Для г. Томска наиболее существенным стресс-фактором, провоцирующим сердечно-сосудистую патологию, являются межсуточные изменения атмосферного давления и температуры воздуха. В дни с кардиослучаями менее 5 госпитализаций в день отмечается высокая чувствительность к погодному фактору. В дни с поступлениями более 5 эпизодов погодный фактор только создает напряженный фон. Устойчивые согласованные патогенные режимы атмосферного давления и температуры формируют пролонгированные метеотропные реакции, которые выражаются всплеском числа случаев с диагнозом ОИМ и ОКН на 4–5 день и повышенного числа приступов в день на протяжении всего периода волны жары/холода.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, метеорологические факторы, атмосферное давление, погода, острый инфаркт миокарда

Финансирование. Работа выполнена при частичной поддержке (Н.Н. Чередько) Российской академии наук в рамках государственного задания Института мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения РАН, проект №121031300155-8.

Для цитирования: Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А. Влияние погодных условий на частоту обращений населения г. Томска за экстренной кардиологической помощью в 2018–2022 гг. // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 98–113. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-98-113. EDN: HCGGHT



© 2025 Нечепуренко О. Е., Кужевская И. В., Чередько Н. Н., Лихачева О. Ю., Репин А. Н., Округин С. А. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы ознакомиться с условиями этой лицензии, перейдите по ссылке <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кузевская И.В., Чередко Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

METEOROLOGY

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-98-113

EDN: HCGGHT

THE IMPACT OF WEATHER CONDITIONS IN TOMSK ON THE FREQUENCY OF EMERGENCY CARDIAC CARE VISITS IN 2018–2022

Olga E. Nechepurenko¹, Irina V. Kuzhevskaia², Natalya N. Cheredko³, Oksana Yu. Likhacheva⁴, Alexey N. Repin⁵, Sergey A. Okrugin⁶

^{1, 2, 4} Tomsk State University, Tomsk, Russia

³ Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, SB RAS, Tomsk, Russia

^{5, 6} Tomsk National Research Medical Center, RAS, Tomsk, Russia

¹ o.e.nechepurenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1100-6315, SPIN-code: 3755-8494

² irinakuzhevskaia@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0915-1062; SPIN-code: 1167-7247

³ atnik3@rambler.ru, ORCID: 0000-0001-7897-2182; SPIN-code: 7001-0713

⁴ oksanalihacheva17138@gmail.com, ORCID: 0009-0006-9310-3405

⁵ ran@crdio-tomsk.ru, ORCID: 0000-0001-7123-0645

⁶ osa@crdio-tomsk.ru, ORCID: 0000-0002-1355-0154

Abstract. The observed climate changes bring into focus the problem of timely prevention and correction of weather-related diseases as there are registered and predicted shifts in the average weather indicators as well as increasing variability and extremes of weather and climate conditions. The specificity of the reaction and adaptation of the human body to changes in weather conditions depending on the climatic features of a particular territory gives special relevance to regional studies. This paper aims to identify weather conditions associated with increased risks of cardiovascular pathologies in the city of Tomsk. The authors assess whether the increase in the number of hospitalizations in the Clinic of the Cardiology Research Institute in Tomsk was caused by weather conditions, which is done on the basis of daily data from the Tomsk weather station (the whole range of measured weather characteristics). Dependences of anginal attack frequency on weather conditions were estimated using correlation analysis and expert evaluations. Seasonal peculiarities of the dynamics of the number of attacks were assessed on the basis of daily values of the number of attacks normalized to the monthly average for the period considered (taken as 100%). Days with 6 attacks or more were selected for a separate analysis, and meteorological characteristics were analyzed for these days and for the five days preceding them. The critical significance level was ≤ 0.05 . The study has established the combinations of unfavorable meteorological characteristics corresponding to an increase in the number of attacks diagnosed as acute myocardial infarction (AMI) and acute coronary insufficiency (ACI). For the city of Tomsk, the most significant stress factor provoking cardiovascular pathologies are inter-day changes in atmospheric pressure and air temperature. On days with less than 5 cardiac attacks leading to hospitalization, high sensitivity to weather factor is noted. On days with more than 5 such attacks, the weather factor is not the main one, but only creates a stressful background. Stable coordinated pathogenic regimes of atmospheric pressure and temperature form prolonged meteorotropic reactions, which are manifested in a surge in the number of cases diagnosed as AMI and ACI on day 4–5 as well as in an increased number of attacks per day throughout the entire period of the heat/cold wave.

Keywords: cardiovascular diseases, meteorological factors, air pressure, weather, acute myocardial infarction

Funding: the work was partly funded by the Russian Academy of Sciences as part of the state assignment undertaken by the Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, project No. 121031300155-8.

For citation: Nechepurenko, O.E., Kuzhevskaia, I.V., Cheredko, N.N., Likhacheva, O.Yu., Repin, A.N., Okrugin, S.A. (2025). The impact of weather conditions in Tomsk on the frequency of emergency cardiac care visits in 2018–2022. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 98–113. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-98-113. EDN: HCGGHT

Введение

Наблюдаемые изменения климата актуализируют проблему профилактики, своевременного предупреждения и коррекции метеообусловленных заболеваний и роста вследствие смертности населения от сердечно-сосудистых заболеваний [26, 53, 54]. Число лет с близкими к средним режимами погоды становится все меньше, и все больше фиксируется экстремальных сезонов и лет, наблюдаются и прогнозируются локальные сдвиги средних, рост изменчивости и экстремальности погодно-климатических условий, что может являться одной из причин ухудшения состояния здоровья населения [26, 46, 56]. При этом проблема зависимости и факторов состояния человека в связи с климатическими условиями, пределов и особенностей адаптации организма в ускоренно меняющихся условиях, механизмов метеотропных реакций по-прежнему вызывает дискуссии ученых и клиницистов, особенно в региональном разрезе. Большая работа по оценке влияния метеорологических и геофизических факторов на здоровье человека, возможностей поддержания здоровья и предупреждения заболеваемости в условиях высоких широт была проведена учеными Сибирского отделения РАН в 1970–1980-е гг. [22]. На получен-

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

ные ими результаты до сих пор во многом опираются современные исследователи и лица, принимающие решения. После некоторого снижения в 1990-х гг. учета климатических факторов в поддержании здоровья и предупреждении заболеваемости населения новое развитие исследований данной тематики в настоящее время приобретает все большее значение на локальном уровне, позволяя оптимизировать схемы медико-метеорологических прогнозов и повышать качество медицинского обеспечения.

Спектр факторов, определяющих функциональное состояние организма человека, широк, но именно погодные условия часто оказываются «спусковым крючком» для возникновения или обострения заболеваний. Связь динамики разного рода заболеваний с погодными условиями сама по себе также многофакторная. Помимо метеорологических, она определяется региональными факторами, погодо- и социально обусловленным поведением человека, его образом жизни, профессией, общим состоянием организма, психическим состоянием, наличием или отсутствием хронических заболеваний, особенностями обменных процессов и адаптационными возможностями организма, содержанием в крови, например, глюкозы и инсулина, а также метаболитов витамина D, возрастом, психофизиологическим состоянием и т.п. Такая многофакторность и взаимообусловленность усложняет анализ и систематизацию причинно-следственных связей, выявление их механизмов, что приводит порой к противоречивым результатам, полученным для разных регионов, разных сезонов, разных групп пациентов. Тем не менее уже получены важные закономерности метеогелиотропных реакций организма [23], поэтому исследования продолжаются с целью совершенствования профилактики и лечения различных заболеваний, а также восстановления после них.

При клинических обследованиях выявлены наиболее частые проявления метеочувствительности в форме изменений гемодинамических характеристик кровотока (повышения или понижения артериального давления), частоты сердечных сокращений, появления головных, суставных и мышечных болей, нарушений сна [38, 39]. В ряде исследований показано, что наибольшее влияние оказывается не столько значениями метеорологических величин каких-либо градаций, сколько интенсивностью их временных градиентов. Чем быстрее и интенсивнее меняются погодные условия, тем острее реакция организма и сложнее его адаптация. Для многих регионов выявлено, что наиболее часто метеопатические реакции развиваются в условиях резких колебаний давления (от 6–10 гПа), температуры воздуха (от 5° С) и атмосферного электрического поля, а также накануне этих дней и после них, реже – в периоды резких изменений влажности воздуха и геомагнитных возмущений [5, 6, 16, 18, 31, 39]. В этой связи большое внимание в медицинской метеорологии уделяется учету прохождения и прогноза атмосферных фронтов, при которых наблюдаются максимальные градиенты метеорологических величин [10].

Иерархия факторов может быть различной для тех или иных географических районов. Где-то активирующим фактором считают изменение температуры, где-то – изменение атмосферного давления. Например, наиболее значимым метеофактором для развития метеотропных реакций у метеочувствительных пациентов, постоянно проживающих в ХМАО-ЮГРА, в 71 % случаев оказывается изменение температуры воздуха, у половины пациентов реакция регистрировалась через 1–2 дня после прохождения холодного фронта [15]. Для юга Дальнего Востока наиболее неблагоприятно на состояние здоровья влияют температура воздуха и ее суточная амплитуда [11].

Как правило, метеопатогенное влияние обусловлено не одним, а комплексом характеристик погоды, и типичные комбинации неблагоприятных для самочувствия погодных факторов не совпадают для различных географических и разной степени техногенной нагруженности регионов. В обзоре [23] показано, что чаще всего повышают риски сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) высокие значения температуры воздуха, относительной влажности и низкое атмосферное давление в теплый период, морозная погода (высокое атмосферное давление) с сильным ветром и повышенной влажностью в холодный период. Например, в условиях Японии [55] – это низкая температура и низкое давление с выпадением осадков, как и в морском европейском климате [51], на Кавказе [3] – высокое атмосферное давление и влажность при северном или южном ветре.

Сердечно-сосудистые патологии по распространенности и по тяжести осложнений являются наиболее частой причиной тяжелых состояний здоровья и преждевременной смертности, и люди с такими заболеваниями наиболее чувствительны к изменениям погодных условий [1, 29, 25, 9]. По данным ВОЗ, с 2000 до 2019 г. число случаев смерти от ССЗ увеличилось более чем на 2 миллиона, и первое место из них «держит» ишемическая болезнь сердца [49]. По данным Федеральной службы государственной статистики по Томской области [14], заболеваемость населения области болезнями системы кровообращения, зарегистрированными впервые, резко увеличилась в 2021 и 2022 гг. (рис. 1). Болезни системы кровообращения в Томской области по числу заболевших впервые находятся на третьем месте. Выше только ежегодные уровни заболеваемости органов дыхания и органов пищеварения.

Научные материалы о влиянии погодных условий на обострение ССЗ часто противоречивы, а механизмы физиологических реакций продолжают изучаться. Тем не менее погодно-климатические условия жизнедеятельности занимают одну из ключевых позиций в перечне факторов риска таких заболеваний. Так, даже не выходящая за пределы климатических норм летняя жара способствует росту обострений и осложнений ССЗ почти у половины больных [30]. Волны жары стали объектом повышенного внимания ученых разных дисциплин после жары 2003 г. в Европе и 2010 г. в России, приведшим к достоверному повышению смертности главным образом вследствие ССЗ и особенно людей пожилого возраста [6, 26]. Анкетирование врачей показало отсутствие у них

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

обоснованной тактики сдерживания и устранения метеотропных реакций пациентов на погодные аномалии и необходимость соответствующей информации [37].

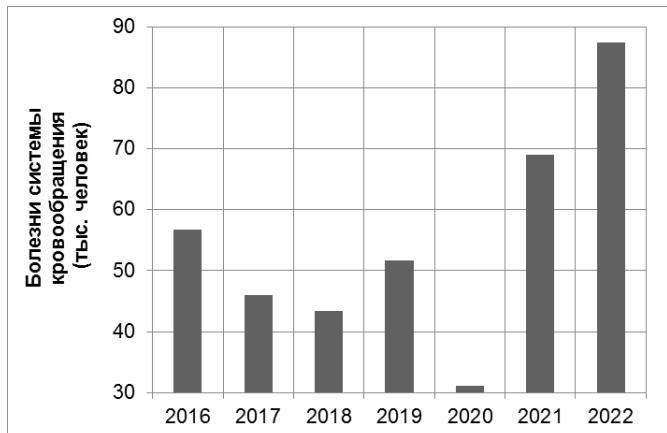


Рис. 1. Число пациентов в Томской области с впервые зарегистрированными заболеваниями системы кровообращения по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Томской области

Fig. 1. The number of patients in the Tomsk region with newly registered diseases of the circulatory system according to the Territorial Body of the Federal State Statistics Service for the Tomsk region

которым относится и сердце. При низких температурах и уменьшении продолжительности солнечного сияния увеличивается потребность организма в кислороде, повышается вязкость крови и содержание в ней глюкозы и инсулина. Свертываемость также увеличивается и при резких изменениях погодных условий [36]. Увеличение метаболического производства тепла в холодных внешних условиях приводит к повышению артериального давления, частоты сердечных сокращений [41]. Повышение на холодах артериального давления может быть к тому же обусловлено увеличением сердечного выброса [47]. Низкая температура оказывает влияние на микробный состав и активность кишечника [58], который, как известно, во многом определяет состояние иммунитета организма. К тому же в холодный сезон возрастает частота респираторных инфекций, ослабляющих организм, и если есть нарушения системы кровообращения, то повышаются риски ССЗ.

Изменчивость атмосферного давления, температуры и влажности способствуют изменчивости содержания кислорода в воздухе. По данным [24], при повышении температуры и влажности оно уменьшается, в более холодном и сухом воздухе увеличивается, что может влиять на плотность кислорода в организме, качество дыхания, а также может способствовать спазмированию сосудов и повышению артериального давления [24, 20].

Анализ усложняется еще тем, что в разных погодных условиях могут существенно меняться условия загрязнения атмосферного воздуха, что в городах, вероятно, является первопричиной роста обострений и смертности от ССЗ. Накопление в приземном воздухе вредных химических веществ способствуют температурные инверсии в приземном слое, безветренная погода, продолжительный период без осадков. Например, для Москвы вклад в смертности от ССЗ, обусловленной загрязнением воздуха, оценивается порядка 17 %, для Новосибирска – порядка 6,1 % [32]. В связи с ростом загрязненности воздуха после похолоданий регистрируются эффекты отложенных реакций сердечно-сосудистой системы [52].

Помимо всего перечисленного, существуют неопределенности, связанные с ростом внебольничной смертности в аномальных погодных условиях [45], что также повышает неопределенности при анализе данных. Кроме того, для разных патологий отмечаются разной степени риски вследствие влияния различных погодных факторов. Например, волны жары способствуют пикам смертности при сердечно-сосудистой патологии, причем в большей степени цереброваскулярной, чем ишемической, а в целом течение болезней системы кровообращения ухудшается при низких температурах [5, 23]. Также, помимо немедленных, отмечаются разные скорости отсроченного развития метеотропных реакций на повышение и понижение температуры: в ближайшие дни при потеплении и с задержкой от нескольких дней до нескольких недель при похолоданиях [5, 23, 28, 50, 54, 57], а также за несколько дней до установления аномальной погоды [5, 6].

Для волн холода выявлены еще более значительные риски, чем при жаре [27, 43, 44, 51]. Так, в Великобритании в зимний период смертность увеличивалась на 1,5 % на каждые 1° С снижения средней суточной температуры воздуха [40]. В Китае холодные дни и волны холода значительно повышают риск смерти вследствие заболеваний системы кровообращения у пожилых людей [43].

Специфические климатические факторы высокоширотных территорий, где одними из основных являются холод, высокая влажность воздуха, усиливающая эффект низких температур, недостаточная инсоляция, резкие перепады температуры и давления, практически невозможно нивелировать применением различных мер защиты [12, 17, 24], особенно при работе вне помещений.

Жизнь и деятельность в экстремальных условиях часто вынуждают организм использовать резервные физиологические ресурсы, сложно перестраивать регулирующие состояние системы, что способствует их истощению и формированию так называемого «северного стресса» [22, 36], который истощает резервные возможности организма и способствует развитию различных патологий. Соответствующие метеотропные физиологические реакции запускаются через воздействие на барорецепторы полых органов тела [2], к

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

Чаще всего обострения и смертность в связи с ССЗ повышаются в осенне-зимний период [52], особенно в умеренном климате, где значительны сезонные изменения погоды и повышена важность нормального функционирования адаптационных систем организма, реже в некоторых регионах максимум смещается на весну, осень или лето [5, 19, 23, 29]. Сезоном пониженного риска чаще всего являются летние или весенние месяцы в зависимости от региона. В ряде исследований для более высоких широт отмечается большая реакция на аномально жаркие условия, что связывают с меньшей акклиматизацией населения к высоким температурам и неприспособленностью домов к такой погоде [54]. Для всевозможных климатических условий сезонность рисков ССЗ дифференцируется еще и для разных возрастных групп [5].

Сохранение функциональных возможностей организма с возрастом приобретает все большую значимость для современного общества в связи с увеличением доли населения пожилого и старческого возраста во всем мире. Пожилые люди более метеочувствительны и наиболее уязвимы к неблагоприятным условиям климата [48]. Для населения высоких широт фиксируется более быстрое старение населения вследствие усиленного расходования физиологических резервов организмом в условиях неблагоприятного климата, формирования хронического стресса для организма, обостряющегося с возрастом и выражаящегося в глубокой перестройке всех регуляторных, обменных, физиологических процессов, в т.ч. адаптивных изменений в сердечно-сосудистой системе [13]. Ускорение процессов старения на Севере подтверждается смещением повышенных показателей заболеваемости смертности на более ранний возраст по сравнению с регионами более благоприятного климата.

Можем отметить то, на чем сходятся мнения разных исследователей: в зависимости от климатических особенностей территории различны специфика реакции и адаптации организма человека к изменениям погодных условий. Таким образом, необходимы региональные, даже локальные исследования. Такой подход позволяет выявлять и обобщать закономерности метеопатологий, выявлять степени их взаимосвязей и взаимообусловленностей с максимально возможной привязкой к местным условиям.

Томская область, расположенная в континентальном климате Западной Сибири, относится к районам с выраженной сезонностью метеорологических величин и максимальных суточных и межсуточных перепадов температуры воздуха, а также атмосферного давления. Такие условия формируют стресс для организма человека, способствуют раннему сосудистому старению, что обостряет проблему рисков ССЗ. Жесткие и резкоменяющиеся условия продолжительного холодного сезона (5 и более месяцев) обусловлены господством над территорией в это время Азиатского антициклона, приносящего ясную погоду и морозы с низкими температурами, доходящими до -50°C , и часто сменяющими его циклонами, приносящими прогретый воздух с юга с сильными ветрами и осадками. В соседнем регионе, в Новосибирске, показано [8], что наибольшее число вызовов городской скорой помощи по поводу обострений ССЗ фиксируется в зимние месяцы. В Национальном Атласе России (Т.3) [35] территория Томской области характеризуется как условно неблагоприятная и неблагоприятная по природным условиям для жизни населения, поэтому отнесена к зоне, где экстремальность климатических условий обусловлена средними из абсолютных минимумов температуры ниже -40°C и повторяемостью дней со скоростями ветра от 20 м/с более 0,1 дня/год. Средний индекс суховости погоды Бодмана составляет 3,5–4 балла.

Выявление периодов погодных условий, сопутствующих повышенным рискам развития сердечно-сосудистых заболеваний населения старше 65 лет в Томской области, является целью данной работы.

Материалы и методы исследования

Проводился ретроспективный анализ за период 2018–2022 гг. ежедневных госпитализаций пациентов в порядке неотложной кардиологической помощи старше 65 лет в клинике НИИ кардиологии г. Томска с диагнозом «острый инфаркт миокарда» (ОИМ), «острая коронарная недостаточность» (ОКН) и погодных условий в эти дни.

Информация о количестве приступов ОИМ и ОКН у людей старше 65 лет получена из информационно-аналитической базы эпидемиологической программы «Регистр острого инфаркта миокарда» (РОИМ) ФГБНУ «Научно-исследовательский институт кардиологии» г. Томска. Указанная программа в г. Томске существует с 1984 г., а при анализе каждого конкретного случая учитывается 101 показатель, которые суммарно содержат около 500 параметров. Состав показателей РОИМ позволяет проводить самый разнообразный анализ причин возникновения ОИМ. Регистр на данный момент содержит более 65000 записей. Данная программа была создана с целью контроля и выявления причин роста заболеваемости смертности и летальности от ОИМ и ОКН. В дальнейшем это помогает объяснять динамику происходящих изменений и оценивать возможности лечебных и профилактических вмешательств [7]. За рассмотренный период зарегистрировано 4575 случаев с приступами (непосредственно обращения в НИИ кардиологии в порядке скорой помощи и переданная информация из конкретных медучреждений г. Томск, что соответствует 1668 дням, когда зарегистрирован хотя бы один случай с АП).

За период исследования в день фиксировалось до десяти приступов. В 9 % дней не зарегистрировано приступов, в 68 % дней зарегистрировано от 1 до 3 АП за сутки. В 18 % дней отмечалось 4–5 приступов и лишь в 5 % дней фиксировалось 6 и более эпизодов в сутки. Дни с количеством приступов в диапазоне от 1 до 3 в настоящей работе приняты за фоновые, в диапазоне от 6 и более – за дни с повышенным числом приступов. Промежуточный диапазон (4–5 приступов в день) в работе подробно не рассматривался.

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

Метеорологические данные (весь спектр погодных характеристик, измеряемых на ведомственной сети Росгидромет) взяты из базы данных ВНИИГМИ МЦД для метеостанции Томск [4]. Рассчитанные авторами количественные показатели исследуемых погодных характеристик приводятся в виде разности максимального значения давления текущего дня и предыдущего (ΔP , гПа), разности максимального значения температуры воздуха текущего дня и предыдущего (ΔT , $^{\circ}$ С), повторяемости межсуточных изменений средних значений атмосферного давления и температуры воздуха, а также их суточных амплитуд. За патогенные принимали метеорологические условия при $\Delta P > 6$ гПа, $\Delta T > 5^{\circ}$ С.

Для обработки данных использовался пакет статистических программ Statistica 10.

Зависимости частоты приступов от погодных условий оценивали с применением корреляционного анализа Фехнера и проведением экспертных оценок. Критический уровень значимости принимали $\leq 0,05$. За факторный признак принимали следующее: 1) день с межсуточным изменением давления $\Delta P > 6$ гПа; 2) день с межсуточным изменением температуры $\Delta T > 5^{\circ}$ С.

В качестве результативного признака выступало наличие записи о шести и более приступов ОИМ и ОКН.

Резкие погодные изменения могут вызвать проявление метеообусловленных приступов как непосредственно в этот день, так и запустить серию отложенных стресс-реакций в последующие дни. Эти серии могут быть различной продолжительности, и выявить закономерности реакции организма достаточно трудно. По данным физиологов [34], в среднем реакция может как предшествовать метеорологическому стрессу, так и запаздывать на 1–2 дня. Для анализа таких скрытых зависимостей применялся метод наложения эпох. В качестве ключевых дат были выбраны события с повышенным числом приступов, за которые принимали дни с числом вызовов шесть и более. Размер эпохи определялся ± 2 дня от ключевой даты, и в эти периоды были подробно проанализированы метеорологические характеристики.

Стоит отметить, что имеющиеся в нашем распоряжении данные о числе приступов ОИМ и ОКН приходятся на период лет, которые могут быть не вполне репрезентативными. Понятны особенности 2020 г., связанные с перенаправления максимума ресурсов на борьбу с вирусом, вдобавок можно предположить ведущую роль психоэмоциональных факторов в обострении сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в 2022 г. Заметим, что в первичных данных о количестве приступов не отражена их психоэмоциональная составляющая.

Результаты и обсуждение

За рассмотренный период (5 лет, 1826 дней) было зарегистрировано в сумме 4575 самого события с «приступами» по причинам острой коронарной патологии. В 5 % от общего числа дней (83 дня) было шесть и более записей о приступе ОИМ и ОКН за сутки. Такие дни представляли особый интерес для анализа в связи с погодными условиями, и далее будут рассматриваться в основном эти случаи. В распределении градаций «число случаев в день» по годам (рис. 2) хорошо просматривается «ковидный» период, когда наблюдается сдвиг повторяемости в сторону увеличения 0–3 случая в день. Это может являться следствием ограничений мобильности «скользких» бригад из-за их критической занятости в период пандемии.

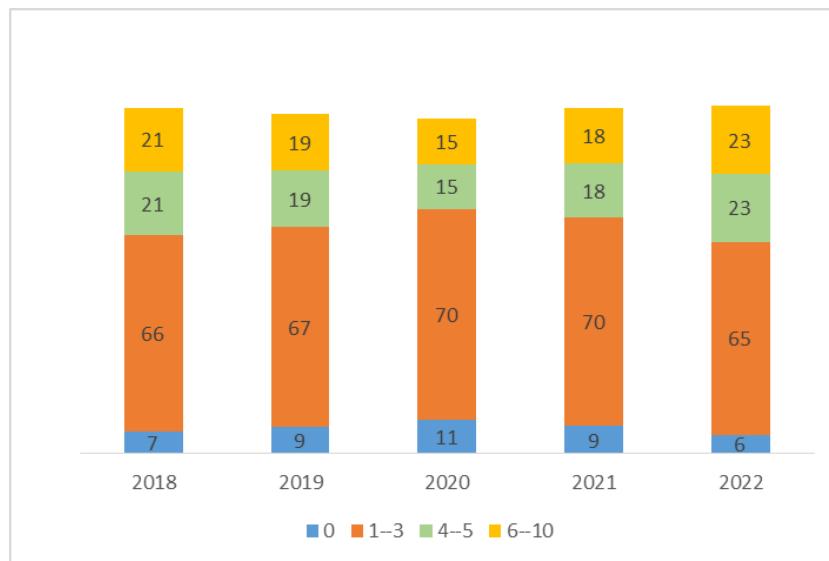


Рис. 2. Повторяемость (число дней за год) приступов ОИМ и ОКН в 2018–2022 гг. по градациям
Fig. 2. Recurrence (number of days per year) of AMI and ACI attacks in 2018–2022 by attack frequency

Сезонность умеренного континентального климата, к которому относится и Томская область, выделяется как фактор формирования неравномерности в динамике обострений ССЗ [23, 35]. В распределении повторяемости числа приступов ОИМ и ОКН (рис. 3) заметно лишь некоторое снижение в летний период 2019–2021 гг. (рис.

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

За). Однако в повторяемости дней с числом приступов шесть и более сезонность распределения прослеживается. Очевидно преобладание дней с приступами ОИМ и ОКН в зимние и весенние месяцы над летними и осенними. В 2020 и 2021 гг. потеря статистических данных с записью «ОКН и ОИМ», вероятно, связана с ростом заболеваемости COVID-19, что привело к резкому сокращению плановой медицинской помощи по неинфекционным заболеваниям, в первую очередь сердечно-сосудистым.

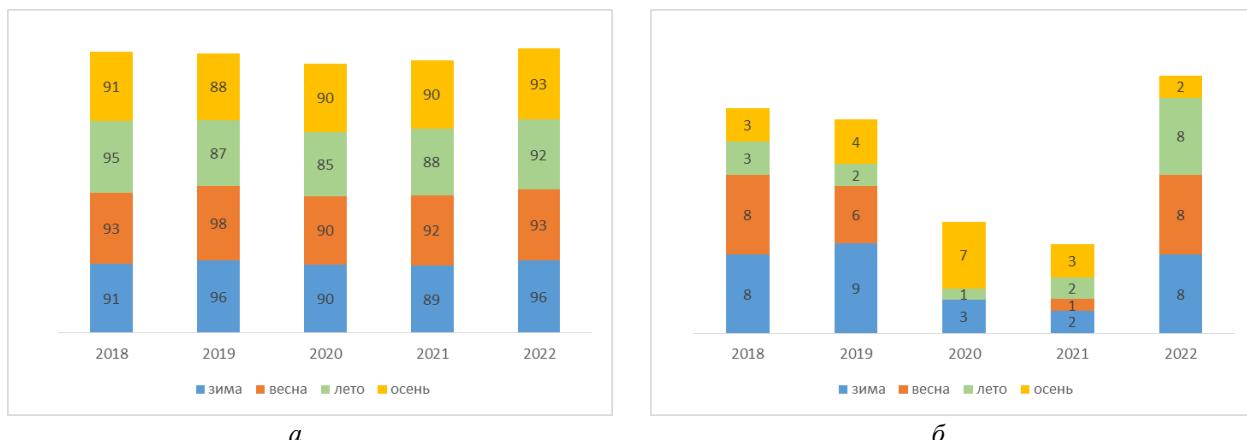


Рис. 3. Процентное соотношение числа дней с приступами ОИМ и ОКН с числом календарных дней в сезоне в г. Томске за период 2018–2022 гг.: а – все приступы; б – случаи с шестью приступами и более

Fig. 3. The percentage ratio of days with AMI and ACI attacks to the total number of calendar days in the season in Tomsk for the period 2018–2022: a – all AMI and ACI attacks; б – days with six or more AMI and ACI attacks.

Первичный сопоставительный анализ рядов данных погодных характеристик и числа дней с повышенным числом приступов ОИМ и ОКН (шесть и более) не позволил выявить каких-либо погодных факторов, одновременно согласующихся с метеопатическими реакциями сердечно-сосудистой системы. Система организма человека крайне сложная и многоуровневая, реакция на внешние факторы отягощается или, наоборот, сглаживается индивидуальными особенностями. Кроме того, регион исследования характеризуется специфическими для более высокоширотных и континентальных районов признаками климата, например повышенной изменчивостью климатических параметров, холодом, повышенной относительной влажностью при пониженном содержании водяного пара в воздухе. Сложный комплекс этих факторов формирует неоднозначные метеотропные реакции человека, которые вряд ли позволят получать прямые высокие значения корреляции. Тем не менее в данной работе выявлены некоторые общие признаки потенциально негативных погодных ситуаций, способные формировать повышенные риски обострений ССЗ.

Отметим, что континентальный умеренный климат характеризуется значительными суточными амплитудами и межсуточными изменениями погодных характеристик. В 31 % дней в году в Томске наблюдаются потенциально патогенные погодные условия по изменчивости атмосферного давления ΔP (>6 гПа) и в 25 % – по изменению температуры воздуха ΔT ($>5^\circ C$) (рис. 4).

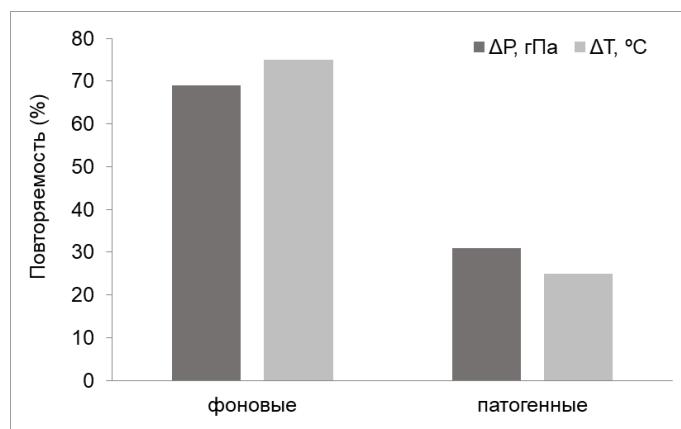
За исследуемые пять лет события с повышенным числом приступов в день были согласованы с патогенными погодными условиями довольно редко. Возможно, высокая изменчивость метеорологических величин как специфика климата исследуемого региона формирует у населения соответствующие адаптационные механизмы, что позволяет большинству людей приспособливаться к любым погодным аномалиям без заметного ухудшения состояния здоровья.

Количество дней с патогенностью в 20 раз превышает число зарегистрированных событий с приступами. Так, 6–10 приступов ОИМ и ОКН (84 дня) в сутки отмечалось при непатогенных значениях температуры воздуха (69 дней) и атмосферного давления (64 дня). При этом очевидно наличие шага запаздывания реакции организма с последующим проявлением ОИМ или ОКН. По данным физиологов [34], в среднем реакция может как предшествовать метеорологическому стрессу, так и запаздывать на 1–2 дня.

Для анализа таких скрытых зависимостей в данной работе применялся метод наложения эпох. Взаимосвязь, вычисленная с использованием метода наложения эпох, подтверждается значениями коэффициента корреляции Пирсона (табл. 1). В таблице ключевая дата обозначена как «С», которая соответствует периоду от 6 до 10 приступов острых инфарктов миокарда (ОИМ) и острых коронарных синдромов (ОКН). При анализе взаимосвязи следует отметить, что более 40 % наблюдаемых данных являются не случайными и статистически значимыми, что указывает на наличие слабовыраженной, но заметной корреляции.

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

Рис. 4. Повторяемость (%) дней с фоновыми и патогенными межсуточными изменениями атмосферного давления (ΔP , гПа) и температуры воздуха (ΔT , °C)Fig. 4. Recurrence (%) of days with background and pathogenic day-to-day changes in atmospheric pressure (ΔP , hPa) and air temperature (ΔT , °C)Таблица 1
Table 1

Взаимосвязь между частотой приступов ОИМ и ОКН и патогенными метеорологическими условиями, оцененная методом наложения эпох с использованием коэффициента корреляции Пирсона

The relationship between the frequency of AMI and ACI episodes and pathogenic weather conditions, assessed using the epoch-overlapping method with Pearson's correlation coefficient

Коэффициент корреляции для:	$C-5$	$C-4$	$C-3$	$C-2$	$C-1$	C	$C+1$	$C+2$	$C+3$	$C+4$	$C+5$
ΔP	-0,62	-0,04	0,41	-0,37	-0,20	1	-0,39	-0,68	-0,56	-0,63	-0,67
ΔT	0,30	-0,09	0,08	0,11	-0,55	1	-0,77	-0,74	0,31	-0,47	-0,65

Примечание: С–5 следует читать как «пять дней до ключевой даты С», С+5 – как «пять дней после ключевой даты» и т.п.
Note: C-5 should be read as ‘five days before the key date C’, C+5 as ‘five days after the key date’, and so on.

В таблице 2 приведены характеристики наиболее экстремальных событий с числом приступов за день 8 и более. В шести из восьми рассмотренных пятидневных событий перед днем с повышенным количеством приступов наблюдались патогенные условия по изменению атмосферного давления и температуры воздуха. В двух остальных случаях (23.07.2019 и 10.08.2022) патогенности погодных условий не отмечено. Детальное исследование условий в июле 2019 г. показало, что в период со 2 по 19 июля в ночные часы наблюдалась душность. При средней максимальной температуре 19,7° С наблюдалась высокие значения парциального давления водяного пара, достигающие 22,5 гПа (при минимальном значении 15 гПа) и относительной влажности воздуха более 90 %. В таких условиях происходит сохранение тепла контуров помещения и нет возможности отведения излишков тепла от тела человека (сохранения стока тепла). Этот фактор провоцирует стресс-реакцию, которая сопровождается недостаточной эффективностью испарительной теплоотдачи организма, что компенсируется резкой вазодилатацией кожных сосудов. В свою очередь это увеличивает частоту сердечных сокращений и вазомоторный тонус [34]. Все это, предположительно, и могло сказаться на увеличении числа приступов 23 июля.

Хотя в данной работе и не анализируется влияние магнитных бурь на самочувствие человека, некоторые исследователи выделяют влияние этого фактора в рассматриваемом контексте [33]. Так, 8 августа была зарегистрирована магнитная буря G2 [21], что могло среди прочего способствовать большому числу приступов 10 августа; отметим, что погодные условия первой декады августа были комфортными для самочувствия человека.

Кроме того, анализ показал, что погодные изменения могут запустить серии различной продолжительности отложенных стресс-реакций, когда в предшествующие и последующие дни число приступов также повышено до 4–5 в день. Чаще всего в Томске такие пролонгированные метеотропные реакции накладываются на устойчивые погодные события, когда пересекаются патогенные режимы атмосферного давления и температуры, такие как волны жары и волны холода. Напомним, волна жары – количество последовательных (≥ 6) теплых дней, когда держится экстремально жаркая погода, включающая значения максимальной температуры выше 90 % процентиля; волна холода – количество последовательных (≥ 6) холодных ночей, когда держится экстремально холодная погода, включающая значения минимальной температуры ниже 10 % процентиля [42].

На рисунке 5 отражены три таких последовательных события. Видно, что на 4–5 день от начала установления патогенных погодных условий отмечается всплеск числа кардиослушаев, и на протяжении всего периода «волны» число приступов также повышено.

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

Таблица 2
Table 2

Погодные характеристики в день с числом приступов ОИМ и ОКН больше 8 и за два дня до и после
 Weather characteristics for days with more than 8 AMI and ACI attacks as well as for two days preceding and two days
 following those days

Период, дни	-2	-1	День с 8 и более приступов ОИМ и ОКН	+1	+2
30.11.2018					
кол-во приступов	2	5	8	1	4
ΔР (гПа)	-3,5	5,9	-20	27,1	8,4
ΔT (°C)	6	-3,3	8,5	-16,2	-7,5
19.06.2020					
кол-во приступов	3	1	8	4	1
ΔР (гПа)	-0,9	-10,3	4	3,5	4
ΔT (°C)	5,1	-0,8	-4,3	0	1,3
08.01.2019					
кол-во приступов	4	1	9	2	1
ΔР (гПа)	5,9	-2,9	-21,8	0,2	8,8
ΔT (°C)	5,5	0,8	0,5	2,4	-1,3
23.07.2019					
кол-во приступов	0	4	9	1	2
ΔР (гПа)	1,2	-3,5	-1,8	-1,4	1,9
ΔT (°C)	-3,1	-3,6	3	0,6	0,5
16.09.2020					
кол-во приступов	2	1	9	2	2
ΔР (гПа)	-2,8	-5	-8,7	-3,8	3,9
ΔT (°C)	1,3	1,1	-1,4	0,5	-3,8
10.08.2022					
кол-во приступов	2	4	9	4	1
ΔР (гПа)	-0,7	1,3	-0,8	0,9	0,9
ΔT (°C)	-0,3	1,8	0,8	-1	-1,8
07.04.2019					
кол-во приступов	2	6	10	2	2
ΔР (гПа)	-2,3	-4	6,6	5,4	-2,3
ΔT (°C)	0	4,5	-1,9	-0,4	1,1
06.06.2022					
кол-во приступов	3	0	10	1	2
ΔР (гПа)	-0,2	-0,5	5,6	-0,1	-1
ΔT (°C)	0	5,4	0,1	2,4	0

Примечание: Жирным шрифтом выделены потенциально патогенные характеристики температуры и давления ($\Delta P > 6$ гПа, $\Delta T > 5^\circ C$).

Note: Potentially pathogenic characteristics of temperature and pressure are given in bold ($\Delta P > 6$ hPa, $\Delta T > 5^\circ C$).

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

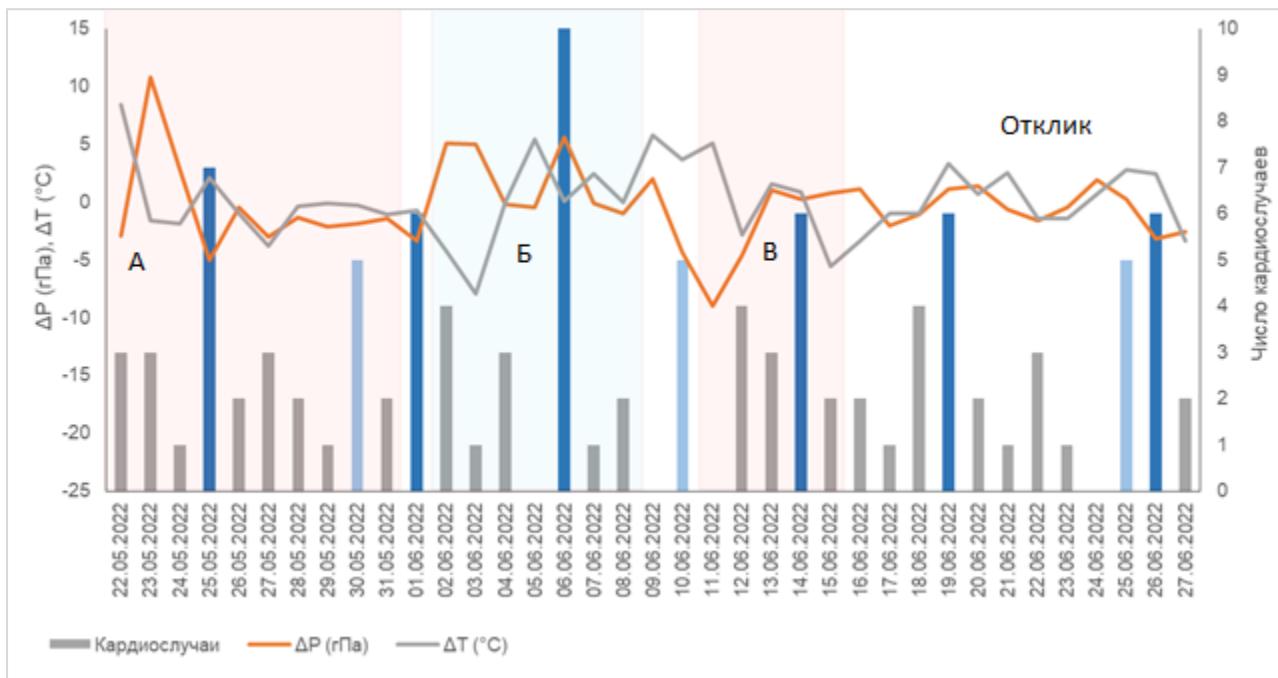


Рис. 5. Распределение числа приступов ОИМ и ОКН за день, межсуточных изменений атмосферного давления и температуры воздуха за период 22.05–27.06.2022 г. Розовая область – волна жары, голубая – волна холода, А – первое событие 25.05.22 ($\Delta P = 10,8$ гПа, $\Delta T = 8,4^{\circ}\text{C}$), Б – второе событие 06.06.22 ($\Delta P = 5,1$ гПа, $\Delta T = 7,9^{\circ}\text{C}$), В – третье событие 14.06.22 ($\Delta P = 9$ гПа, $\Delta T = 5,1^{\circ}\text{C}$)

Fig. 5. Distribution of the number of AMI and ACI attacks per day and daily changes in atmospheric pressure and air temperature from May 22 to June 27, 2022. Pink areas represent heat waves, while blue areas indicate cold waves. A – the first event on May 25 ($\Delta P = 10.8$ hPa, $\Delta T = 8.4^{\circ}\text{C}$), Б – the second event on June 6 ($\Delta P = 5.1$ hPa, $\Delta T = 7.9^{\circ}\text{C}$), С – the third event on June 14 ($\Delta P = 9$ hPa, $\Delta T = 5.1^{\circ}\text{C}$).

Заключение

За период исследования 2018–2022 гг. в 68 % дней зарегистрировано от 1 до 3 приступов за сутки, в 18 % дней – 4–5 приступов, лишь в 5 % дней фиксировалось 6 и более приступов в сутки.

Исследование показало, что для Томского городского округа прямых реакций состояния здоровья человека на негативные погодные условия не выявлено. Климат региона, характеризующийся повышенной изменчивостью метеорологических условий, может формировать у населения соответствующие адаптационные механизмы.

Сезонность в динамике числа приступов отмечается только для случаев с числом приступов в день шесть и более: повышено в зимние и весенние месяцы.

Наиболее существенным стресс-фактором, провоцирующим сердечно-сосудистые патологии в регионе, являются межсуточные изменения атмосферного давления и температуры воздуха. В дни с числом приступов ОИМ и ОКН менее 5 в день отмечается высокая чувствительность к погодному фактору. В дни с обращениями более 5 случаев, по-видимому, погодный фактор не является основным, а только создает напряженный фон. Тем не менее жесткие погодные условия комплексно формируют пролонгированные реакции чувствительных нездоровых организмов. Такие пролонгированные метеотропные реакции в г. Томске формируются вследствие устойчивых погодных событий, когда пересекаются патогенные режимы атмосферного давления и температуры, такие как волны жары и волны холода. При этом на 4–5 день от начала установления патогенных погодных условий отмечается резкое увеличение числа приступов ОИМ и ОКН, а на протяжении всего периода «волны» число приступов превышает 6. Когда проявляется только один из этих факторов или пересечения однодневны, то система не реагирует так остро, отмечается фоновые и промежуточные значения числа приступов с ОИМ и ОКН в день.

В регионах, таких как Томская область, где резкие изменения метеорологических величин являются нормой, для характеристики и прогноза повышенного числа вызовов скорой помощи и для обоснования рекомендаций лицам, принимающим решения, необходимы подробные комплексные региональные оценки и расширение в анализе комплекса учитываемых факторов. Также можно отметить значимость устранения методологических проблем в исследованиях подобного рода, особенно при малых выборках, и целесообразность проведения региональных комплексных медико-климатических исследований, чтобы уловить определяющие стресс-факторы конкретного региона, закономерности их взаимообусловленности и выстроить систему предикторов повышенной нагрузки на скорую кардиологическую помощь. Результаты могут быть использованы для создания / развития системы региональных медицинских прогнозов погоды.

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

Библиографический список

1. *Андреев С.С.* Интегральная оценка климатической комфортности на примере территории Южного Федерального округа России: монография. СПб: Изд. РГГМУ, 2011. 304 с. ISBN: 978-5-86813-312-1 EDN: QMBWRV
2. *Андронова Т.И., Деряпа Н.Р., Соломатин А.П.* Гелиометеотропные реакции здорового и больного человека. Л.: Медицина, 1982. 248 с. EDN: TUJNWB
3. *Бехбудова Д.А., Бахшилиев А.Б., Ахмедова Т.А.* Метеочувствительность среди работников умственного труда // Евразийский кардиологический журнал. 2018. № 1. С. 12–15. DOI: 10.38109/2225-1685-2018-1-12-19 EDN: YUVTIE
4. *Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных.* URL: <http://meteo.ru/data/> (дата обращения: 21.05.2024)
5. *Галичий В.А.* Сезонный фактор в проявлениях сердечно-сосудистой патологии // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2017. Т. 51, № 1. С. 7–17. DOI: 10.21687/0233-528X-2017-51-1-7-17 EDN: XXXKHOV
6. *Гарганеева А.А., Кужелева Е.А., Горбатенко В.П., и др.* Особенности развития и течения острой коронарной недостаточности в период экстремально жарких погодных условий // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2017. Т. 16, № 5. С. 52–56. DOI: 10.15829/1728-8800-2017-5-52-56 EDN: ZROVKH
7. *Гарганеева А.А., Округин С.А., Зяблов Ю.И.* Программа воз «регистр острого инфаркта миокарда»: 252-летнее эпидемиологическое изучение инфаркта миокарда в среднеурбанизированном городе западной Сибири // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2010. № 2–1. С. 44–48. EDN: MNJCKD
8. *Географические условия расселения и хозяйства. Оценка природно-географических условий для жизни населения и хозяйственной деятельности* // Национальный Атлас России. Федеральное агентство по геодезии и картографии. М., 2008. Т. 3. URL: <https://nationalatlas.ru/tom3/50-51.html> (дата обращения 30.11.23)
9. *Горчакова Т.Ю., Чуранова А.Н.* Современное состояние смертности населения трудоспособного возраста в России и странах Европы // Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т. 60, № 11. С. 756–759. DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-11-756-759 EDN: EPVWTD
10. *Григорьев К.И., Поважная Е.Л.* Проблема повышенной метеочувствительности у детей и подростков // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2018. Т. 63, № 3. С. 84–90. DOI 10.21508/1027-4065-2018-63-3-84-90. DOI: 10.21508/1027-4065-2018-63-3-84-90 EDN: XRHVZ
11. *Григорьева Е.А.* Смертность населения при экстремальных температурах: методика прогноза и результаты оценки // Гигиена и санитария. 2019. Вып. 98, № 11. С. 1279–1284. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1279-1284 EDN: XZLEPA
12. *Гудков А.Б., Попова О.Н., Лукманова Н.Б.* Эколо-физиологическая характеристика климатических факторов Севера. Обзор литературы // Экология человека. 2012. № 1. С. 12–17. EDN: OSKLRJ
13. *Депутат И.С., Дерябина И.Н., Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В.* Влияние климатоэкологических условий Севера на процессы старения // Журнал медико-биологических исследований. 2017. № 3. С. 5–17. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.3.5 EDN: ZGHYTN
14. *Заболеваемость населения по основным классам болезней* // Федеральная служба государственной статистики территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Томской области. URL: [https://70.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Заболеваемость населения по основным классам болезней \(16\).pdf](https://70.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Заболеваемость населения по основным классам болезней (16).pdf) (дата обращения: 21.05.2024)
15. *Иванова Е.Г., Потемина Т.Е., Макарова Е.В.* Влияние температурного фактора в условиях Крайнего Севера на метеочувствительных пациентов с артериальной гипертонией // Практическая медицина. 2021. Т. 19, № 1. С. 69–74. DOI: 10.32000/2072-1757-2021-1-69-74 EDN: POZGED
16. *Капиш Е.А., Корсак В.О., Терехова О.Е., Блинова В.В.* «Метеочувствительность» как фактор риска острых кардиоваскулярных заболеваний // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. 2018. Т. 8, № 1. С. 17–18. EDN: TELQEP
17. *Карпин В.А.* Медицинская экология Севера: актуальность, достижения и перспективы (обзор литературы) // Экология человека. 2021. № 8. С. 4–11. DOI: 10.33396/1728-0869-2021-8-4-11 EDN: NHMWOK
18. *Колягина Н.М., Бережнова Т.А., Мамчик Н.П. и др.* Оценка связи обострений болезней сердечно-сосудистой системы с метеорологической обстановкой // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100, № 12. С. 1350–1358. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-12-1350-1358 EDN: LJAOAN
19. *Концевая А.В., Лукьянин М.М., Худяков М.Б.* Сезонные и помесячные изменения смертности в регионах Российской Федерации с различными климатогеографическими характеристиками // Российский кардиологический журнал. 2014. № 11. С. 25–30. DOI: 10.15829/1560-4071-2014-11-25-30 EDN: TAKALT
20. *Кузьменко Н.В., Плисс М.Г., Цырлин В.А.* Зависимость циркансуальной динамики артериального давления от сезонных колебаний метеорологических и гелиофизических факторов // Российский кардиологический журнал. 2019. № 24. С. 80–93. DOI: 10.15829/1560-4071-2019-1-80-93 EDN: YWYOUH
21. *Лаборатория солнечной астрономии ИКИ и ИСЗФ.* URL: <https://xras.ru/> (дата обращения: 21.05.2024) DOI: 10.15829/1560-4071-2019-1-80-93 EDN: YWYOUH
22. *Никитин Ю.П., Хасулин В.И., Гудков А.Б.* Современные проблемы северной медицины и усилия ученых по их решению // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия Медико-биологические науки. 2014. № 3. С. 63–72. EDN: SOAISB
23. *Носков С.Н., Бузинов Р.В., Сюрин С.А. и др.* Современные представления о влиянии земной и космической погоды на здоровье человека (обзор) // Журнал медико-биологических исследований. 2023. Т. 11, № 2. С. 232–247. DOI: 10.37482/2687-1491-Z143 EDN: WPCLAM
24. *Овчарова В.Ф.* Медицинская интерпретация синоптических и метеорологических прогнозов // Влияние географических и метеорологических факторов на жизнедеятельность организма. Новосибирск, 1978. С. 33–44.
25. *Погонышева И.А., Погонышев Д.А.* Актуальные проблемы взаимосвязи окружающей среды и здоровья человека в странах европейского союза. Обзор литературы // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 5. С. 473–477. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-5-473-477 EDN: HTNOBM

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

26. Ревич Б.А. Изменение климата в России – проблемы общественного здоровья // Общественное здоровье. 2021. Т. 1, № 4. С. 5–14. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-4-5-14 EDN: QMXVFC
27. Ревич Б.А., Григорьева Е.А. Риски здоровью российского населения от погодных экстремумов в начале ХХI в. Часть 1. Волны жары и холода // Проблемы анализа риска. 2021. Т. 18, № 2. С. 12–33. DOI: 10.32686/1812-5220-2021-18-2-12-33 EDN: KAETME
28. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Волны холода в южных городах европейской части России и преждевременная смертность населения // Проблемы прогнозирования. 2016. № 2. С. 125–131. EDN: WFMKMN
29. Салтыкова М.М., Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю., Банченко А.Д. Влияние погоды на пациентов с болезнями системы кровообращения: главные направления исследований и основные проблемы // Экология человека. 2018. № 6. С. 43–51. DOI: 10.33396/1728-0869-2018-6-43-51 EDN: USVQWC
30. Смирнова М.Д., Агеев Ф.Т., Свирида О.Н. и др. Влияние летней жары на состояние здоровья пациентов с умеренным и высоким риском сердечно-сосудистых осложнений // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2013. № 12 (4). С. 56–61. DOI: 10.15829/1728-8800-2013-4-56-61 EDN: RBFUHT
31. Солнечная радиация, солнечное сияние. Метеорологические элементы и явления, характеристики пограничного слоя атмосферы // Справочник эколого-климатических характеристик Москвы (по наблюдениям Метеорологической обсерватории МГУ) / под ред. А.А. Исаева. М., 2003. Т. 1. 302 с. DOI: 10.15829/1728-8800-2013-4-56-61 EDN: RBFUHT
32. Струкова Е.Б., Балбус Дж., Голуб А.А. Риск для здоровья и экономическая оценка ущерба от загрязнения воздуха в России // Климат, качество атмосферного воздуха и здоровье москвичей / под ред. Б.А. Ревича. М., 2006. С. 141–175.
33. Толстов П.В., Калягин А.Н., Татаринова М.Б. Влияние гелиогеофизических и природно-климатических факторов на сердечно-сосудистую систему (обзор литературы) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2023. № 22 (8). С. 92–102. DOI: 10.15829/1728-8800-2023-3599 EDN: TTOLAW
34. Физиология адаптационных процессов. Руководство по физиологии / под ред. П.Г. Костюка и др. М.: Наука, 1986. 635 с.
35. Хаснулин В.И., Гафаров В.В., Воевода М.И. и др. Влияние метеорологических факторов в различные сезоны года на частоту возникновения осложнений гипертонической болезни у жителей г. Новосибирска // Экология человека. 2015. № 7. С. 3–8. DOI: 10.17816/humeco16993 EDN: UGCJXT
36. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11. EDN: OSKLQP
37. Чазова И.Е., Агеев Ф.Т., Смирнова М.Д. и др. Влияние аномальной жары лета 2010 г. на состояние здоровья кардиологических больных и тактика практикующих врачей амбулаторно-поликлинического звена (по данным анкетирования 215 врачей поликлиник Москвы и Московской области) // Системные гипертензии. 2011. № 4. С. 47–50. EDN: OOMART
38. Якимов Л.А., Калинский Б.М., Кащеев Г.А. и др. Оценка метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения // Московская медицина. 2019. № 6. (34). С. 112. EDN: WSZWYF
39. Яковлев М.Ю. Анализ основных проявлений метеопатических реакций у лиц с болезнями системы кровообращения и построение математической модели развития метеопатических реакций // Russian journal of rehabilitation medicine. 2020. № 1. С. 42–53. EDN: YBXTAQ
40. Aylin P., Morris S., Wakefield J. et al. Temperature, housing, deprivation and their relationship to excess winter mortality in Great Britain, 1986–1996 // International Journal of Epidemiology. 2001. Vol. 30, Iss. 5. P. 1100–1108. EDN: IQDZAH
41. Castellani J.W., Young A.J. Human physiological responses to cold exposure: acute responses and acclimatization to prolonged exposure // Auton. Neurosci. (Autonomic Neuroscience). 2016. Vol. 196. P. 63–74. DOI: 10.1016/j.autneu.2016.02.009 EDN: WUTNAZ
42. Climate and Ocean-Variability, Predictability and Change. URL: <http://www.clivar.org/> (дата обращения: 21.05.2024)
43. Du J., Cui L., Ma Y. et al. Extreme cold weather and circulatory diseases of older adults: A time-stratified case-crossover study in jinan, China // Environmental Research. 2022. Vol. 214, Part 3. 114073. DOI: 10.1016/j.envres.2022.114073 EDN: VSAAFT
44. Gasparrini A., Yuming G., Hashizume M. et al. Mortality Risk Attributable to High and Low Ambient Temperature: a Multicountry Observational Study. Lancet. Published online May 21, 2015 DOI: 10.1016/SO140-6736(14)62114-0
45. He Y., Huang C. Overlooked heat-related morbidity indicator: consequences from rising ambulance dispatches associated with high ambient temperature // Environmental Epidemiology. 2019. Vol. 3. P. 156. DOI: 10.1097/01.EE.0000607484.77634.29
46. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2021: the physical science basis—the Working Group I contribution to the sixth assessment report (IPCC, 2021).
47. Jansky L., Hart J.S. Cardiac output and organ blood flow in warm- and cold-acclimated rats exposed to cold // Canad. J. Physiol. and Pharmacol. 1968. Vol. 46. P. 653–659.
48. Kenney W.L., Craighead D.H., Alexander L.M. Heat Waves, Aging, and Human Cardiovascular Health // Medicine & Science in Sports & Exercise. 2014. Vol. 46, Iss. 10. P. 1891–1899. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000325
49. Leading causes of death globally // WHO's Global Health Estimates (GHE). URL: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/ghe-leading-causes-of-death> (дата обращения: 21.05.2024)
50. Marinucci G.D., Luber G., Uejilo C.K. et al. Building resilience against climate effects – A novel framework to facilitate climate readiness in public health agencies // Int. J. Environ. Res. Publ. Health. 2014. Vol. 11. P. 6433–6458.
51. Mohammad M.A., Koul S., Rylance R. et al. Association of Weather With Day-to-Day Incidence of Myocardial Infarction: A SWEDEHEART Nationwide Observational Study // JAMA Cardiol. 2018. Vol. 3 (11). P. 1081–1089. DOI: 10.1001/jamacardio.2018.3466
52. Stewart S., Keates A., Redfern A., McMurray J.J.V. Seasonal variations in cardiovascular disease // Nature Reviews Cardiology. 2017. Vol. 14. P. 654–664. DOI: 10.1038/nrcardio.2017.76 EDN: YIMFHL
53. Sun Z., Chen Ch., Xu D., Li T. Effects of ambient temperature on myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis // Environmental Pollution, 2018. Vol. 241. P. 1106–1114. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.06.045

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередъко Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

54. Turner L.R., Barnett A.G., Connell D. Tong S. Ambient Temperature and Cardiorespiratory Morbidity: A Systematic Review and Meta-analysis // Epidemiology. 2012. Vol. 23, No. 4. P. 594–606. DOI: 10.1097/EDE.0b013e3182572795
55. Wang H., Matsumura M., Kakehashi M. et al. Effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of acute myocardial infarction in Hiroshima City, Japan // Hiroshima J. of Med. Sci. 2006. Vol. 55, No. 2. P. 45–51.
56. White-Newsome J.L., McCormic S., Sampson N. et al. Strategies to reduce the harmful effects of extreme heat events: a four-city study // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2014. Vol. 11. P. 1960–1988. DOI: 10.3390/ijerph110201960
57. Yu W., Mengersen K., Wang X. et al. Daily average temperature and mortality among the elderly: a meta-analysis and systematic review of epidemiological evidence. Int J Biometeorol. 2012. Vol. 56. P. 569–581. DOI: 10.1007/s00484-011-0497-3 EDN: PHZUJD
58. Zhou E., Zhang L., He L. et al. Cold exposure, gut microbiota and health implications: A narrative review // Science of The Total Environment. 2024. Vol. 916. 170060. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.170060 EDN: QLRBSP

References

1. Andreyev S.S. (2011). A comprehensive assessment of climate comfort: a case study of the South Federal District. A monograph. RSHU Publishers, St. Petersburg, 304 p. (In Russ).
2. Andronova T.I., Deryapa N.R., Solomatin A.P. Geliometeotropnye reaktsii zdorovogo i bol'nogo cheloveka. *Meditina*. 1982, 248 p. (In Russ).
3. Bekhbulova J.A., Bakhshaliyev A.B., Akhmedova B.J. (2018). Meteosensitivity among mental workers. *Eurasian heart journal*. No. 1, pp. 12–19 (In Russ). DOI: 10.38109/2225-1685-2018-1-12-19
4. Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut gidrometeorologicheskoy informatsii – Mirovoy tsentr dannykh. Available from: <http://meteo.ru/data/> (In Russ).
5. Galichiy V.A (2017). Seasonal factor in manifestations of cardiovascular pathologies. *Aviakosmicheskaya i Ekologicheskaya Meditsina*, Vol. 51, No. 1, pp. 7–17. (In Russ) DOI: 10.21687/0233-528X-2017-51-1-7-17.
6. Garganeeva, A.A., Kuzheleva, E.A., Gorbatenko, V.P. et al. (2017). Specifics of development and course of acute coronary insufficiency during extreme heat weather conditions. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. Vol. 16, No. 5, pp. 52–56. (In Russ) DOI: 10.15829/1728-8800-2017-5-52-56
7. Garganeeva, A.A., Okrugin, S.A., Borel, K.N. (2015). World Health Organization Program “Registry of acute myocardial infarction”: capabilities and prospects for studying and predicting outcomes of socially significant diseases. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. Vol. 30, No. 2, pp. 125–130. (In Russ) DOI: 10.29001/2073-8552-2015-30-2-125-130
8. Geograficheskie usloviya rasseleniya i khozyaistva. Otsenka prirodno-geograficheskikh uslovii dlya zhizni naseleniya i khozyaistvennoi deyatel'nosti. Natsional'nyi Atlas Rossii. Federal'noe agentstvo po geodezii i kartografii. 2008 [cited 2023 Nov 30]; Vol. 3. Available from: <https://nationalatlas.ru/tom3/50-51.html> (data obrashcheniya) (In Russ).
9. Gorchakova, T.Yu., Churanova, A.N. (2020) Current state of mortality of the working-age population in Russia and Europe. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*., Vol. 60, No. 11, pp. 756–759 (In Russ). DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-11-756-759
10. Grigoryev, K.I., Povazhnaya, E.L. (2018). The problem of increased meteosensitivity in children and adolescents. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*, vol. 63 no. 3, pp. 84–90 (In Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2018-63-3-84-90
11. Grigorieva, E.A. (2019) human health in extreme temperatures: forecast and results of the assessment. *Hygiene & Sanitation* (Russian Journal). Vol. 98, No. 11, pp. 1279–1284 (In Russ). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1279-1284
12. Gudkov, A.B., Popova, O.N., Lukmanova, N.B. (2012). Ecological-Physiological Characteristic Of Northern Climatic Factors Literature Review. *Human Ecology*. Vol. 19, No. 1, pp. 12–17 (In Russ). DOI: 10.17816/humeco17513.
13. Deputat, I.S., Deryabina, I.N., Nekhoroshkova, A.N., Gribanov, A.V. (2017). Vliyanie klimatoekologicheskikh uslovii Severa na protsessy stareniya. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovanii*. No. 3, pp. 5–17 (In Russ).
14. Zabolevayemost' naseleniya po osnovnym klassam boleznei. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki territorial'nyi organ federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Tomskoi oblasti. (In Russ) [cited]. Available from: [https://70.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/\(17\).pdf](https://70.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/(17).pdf).
15. Ivanova, E.G., Potemina, T.E., Makarova, E.V. (2021). Influence of the temperature factor in the far north on meteosensitive patients with arterial hypertension. *Practical medicine*. Vol. 19, No. 1, pp. 69–74 (In Russ). DOI: 10.32000/2072-1757-2021-1-69-74
16. Kapshuk, E.A., Korsak, V.O., Terekhova, O.E., Blinova, V.V. (2018). "Meteochuvstvitel'nost'" kak faktor risika ostrykh kardiovaskulyarnykh zabolevanii. *Byulleten' meditsinskikh Internet-konferentsii*. Vol.8, No. 1, pp. 17–18 (In Russ).
17. Karpin, V.A. (2021). Medical ecology of the russian north: a systematic review of the relevance, achievements and perspectives. *Human Ecology*. No. 8, pp. 4–11 (In Russ). DOI: 10.33396/1728-0869-2021-8-4-11.
18. Kolyagina, N.M., Berezhnova, T.A., Mamchik, N.P. et al. (2021) Assessment of the relationship of exacerbations of diseases of the cardiovascular system with the meteorological situation. *Hygiene and Sanitation*. Vol. 100, No. 12, pp. 1350–1358 (In Russ). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-12-1350-1358
19. Kontsevaya, A.V., Lukyanov, M.M., Khudyakov, M.B. et al. (2014). Seasonal and monthly changes of mortality in russian federation regions with different climate and geographic variables. *Russian Journal of Cardiology*. No. 11, pp. 25–30 (In Russ). DOI: 10.15829/1560-4071-2014-11-25-30
20. Kuzmenko, N.V., Pliss, M.G., Tsyrin, V.A. (2019). The dependence of circannual dynamics of blood pressure on seasonal fluctuations of meteorological and heliophysical factors. Meta-analysis. *Russian Journal of Cardiology*. No. 1, pp. 80–93 (In Russ). DOI: 10.15829/1560-4071-2019-1-80-93
21. The Laboratory of X-Ray Astronomy of the Sun. Available from: <https://xras.ru/> (In Russ).
22. Nikitin, Yu.P., Khasnulin, V.I., Gudkov, A.B. (2014) Sovremennye problemy severnoi meditsiny i usiliya uchenykh po ikh resheniyu. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki*. No. 3, pp. 63–72. (In Russ)
23. Noskov, S.N., Buzinov, R.V., Syurin, S.A. et al. (2023). Sovremennye predstavleniya o vliyanii zemnoi i kosmicheskoi pogody na zdorov'e cheloveka (obzor). *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovanii*. Vol. 11, No. 2, pp. 232–247 (In Russ). DOI: 10.37482/2687-1491-Z143.

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередъко Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

24. Ovcharova, V.F. (1978). Meditsinskaya interpretatsiya sinopticheskikh i meteorologicheskikh faktorov na zhiznedeyatel'nost' organizma [Medical interpretation of synoptic and meteorological factors impact on body's vital activity]. *Vliyanie geofizicheskikh i meteorologicheskikh faktorov na zhiznedeyatel'nost' organizma*. Novosibirsk, pp. 33–44 (In Russ).
25. Pogonysheva, I.A., Pogonyshev, D.A. (2019). Current issues of the interrelationship between the environment and human health in European Union countries. literature review. *Hygiene and Sanitation*. Vol. 98, No. 5, pp. 473–477 (In Russ). DOI: 10.47470/0016-9900-2019-98-5-473-477
26. Revich, B.A. (2021). Climate change in Russia – problems of public health. *Public Health*. Vol. 1, No. 4 pp. 5–14. (In Russ). DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-4-5-14.
27. Revich, B.A., Grigorieva, E.A. (2021). Health Risks to the Russian Population from Weather Extremes in the Beginning of the XXI Century. Part 1. Heat and Cold Waves. *Issues of Risk Analysis*. Vol. 18, No. 2, pp. 12–33. (In Russ) doi: 10.32686/1812-5220-2021-18-2-12-33
28. Revich, B.A., Shaposhnikov, D.A. (2016). Cold waves in southern cities of European Russia and premature mortality. *Studies on Russian Economic Development*. Vol. 27, No. 2, pp. 210–215 (In Russ). DOI:10.1134/S107570071602012X.
29. Saltykova, M.M., Bobrovnikstii, I.P., Yakovlev, M.Y., Banchenko, A.D. (2018). Effect of weather conditions on patients with cardiovascular diseases: main directions of research and major issues. *Human Ecology*. Vol. 25, No. 6, pp. 43–51 (In Russ). DOI: 10.33396/1728-0869-2018-6-43-51
30. Smirnova, M.D., Ageev, F.T., Svirida, O.N., et al. (2013). Health effects of hot summer weather in patients with intermediate and high cardiovascular risk. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. Vol. 12, No. 4, pp. 56–61. (In Russ) DOI: 10.15829/1728-8800-2013-4-56-61
31. Isaev, A.A. (ed.). Solnechnaya radiatsiya, solnechnoe siyanie. Meteorologicheskie elementy i yavleniya, kharakteristiki pogranichnogo sloya atmosfery. *Spravochnik ekologo-klimaticheskikh kharakteristik Moskvy (po nablyudeniyam Meteorologicheskoi observatorii MGU)*. Moscow, 2003, vol. 1. (In Russ)
32. Strukova, E.B., Balbus, J., Golub, A.A. (2006) Air Pollution Health Effects and Costs in Russia. *Climate, air quality and public health in Moscow*, , pp. 141–175 (In Russ).
33. Tolstov, P.V., Kalyagin, A.N., Tatarinova, M.B. (2023). Influence of heliogeophysical and climatic factors on the cardiovascular system: a literature review. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. Vol. 22, No. 8, 3599 p. (In Russ). DOI:10.15829/1728-8800-2023-3599.
34. Kostyuka, P.G editors et al. Fiziologiya adaptatsionnykh protsessov. *Rukovodstvo po fiziologii* .M: Nauka, 1986, 635 p. (In Russ).
35. Hasnulin V.I., Gafarov, V.V., Voevoda, M.I., Razumov, E.V., Artamonova, M.V. (2015). Influence of meteorological factors in different seasons on incidence of hypertensive disease complications in Novosibirsk residents. *Human Ecology*. No. 7, pp. 3–8. DOI: 10.17816/humeco16993
36. Hasnulin, V.I., Hasnulin, P.V. (2012). Modern concepts of the mechanisms forming northern stress in humans in high latitudes. *Human Ecology*. No. 1, pp. 3-11 (In Russ). DOI: 10.17816/humeco17512
37. Chazova, I.E., Ageev, F.T., Smirnova, M.D., et al. (2011). Vliyanie anomal'noi zhary leta 2010 g. na sostoyanie zdorov'ya kardiologicheskikh bol'nykh i taktika praktikuyushchikh vrachei ambulatorno-poliklinicheskogo zvena (po dannym anketirovaniya 215 vrachei poliklinik Moskvy i Moskovskoi oblasti). *Sistemnye gipertenzii*. No. 4, pp. 47–50 (In Russ).
38. Yakimov, L.A., Kalinskii, B.M., Kashcheev, G.A., et al dr. (2019). Otsenka meteopaticheskikh reaktsii u patsientov s boleznyami sistemy krovoobrashcheniya. *Moskovskaya meditsina*, No. 6(34), 112 p. (In Russ)
39. Yakovlev, M.Yu, (2020). Analysis of the basic manifestations of meteopathic reactions in persons with diseases of the circulatory system and construction of a mathematical model for the development of meteopathic reactions. *Russian journal of rehabilitation medicine*. No. 1, pp. 42–53 (In Russ)
40. Aylin, P., Morris, S., Wakefield, J., et al. (2001). Temperature, housing, deprivation and their relationship to excess winter mortality in Great Britain, 1986–1996. *International Journal of Epidemiology*. 2001, Vol. 30, Iss. 5, pp. 1100–1108.
41. Castellani J.W., Young A.J. (2016). Human physiological responses to cold exposure: acute responses and acclimatization to prolonged exposure. *Autonomic Neuroscience*. Vol. 196, pp. 63–74. DOI: 10.1016/j.autneu.2016.02.009.
42. Climate and Ocean -Variability, Predictability, and Change [cited]. Available from: <http://www.clivar.org/> (In Russ).
43. Du J, Cui L, Ma Y, et al. (2022). Extreme cold weather and circulatory diseases of older adults: A time-stratified case-crossover study in jinan, China. *Environmental Research*. Vol. 214, part 3. 114073 .DOI:10.1016/j.envres.2022.114073.
44. Gasparini A, Yuming G, Hashizume M, et al. (2015). Mortality Risk Attributable to High and Low Ambient Temperature: a Multicountry Observational Study. *Lancet*. Published online May 21, 2015 DOI:10.1016/S0140-6736(14)62114-0.
45. He Y, Huang C. Overlooked heat-related morbidity indicator: consequences from rising ambulance dispatches associated with high ambient temperature. *Environmental Epidemiology*. 2019, vol. 3, 156 p. DOI: 10.1097/01.EE9.0000607484.77634.29
46. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2021: the physical science basis—the Working Group I contribution to the sixth assessment report (IPCC, 2021).
47. Jansky, L., Hart, J.S. (1968). Cardiac output and organ blood flow in warm- and cold-acclimated rats exposed to cold. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. Vol. 46, pp. 653–659.
48. Kenney W.L., Craighead D.H., Alexander L.M. (2014). Heat Waves, Aging, and Human Cardiovascular Health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 46, No. 10, pp. 1891–1899. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000325.
49. Leading causes of death globally. WHO's Global Health Estimates (GHE). Available from: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/ghe-leading-causes-of-death>
50. Marinucci G.D., Luber G, Uejilo C.K., et al. (2014). Building resilience against climate effects – A novel framework to facilitate climate readiness in public health agencies. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health*. Vol. 11, Pp. 6433–6458.
51. Mohammad M.A., Koul S, Rylance R, et al. (2018). Association of Weather With Day-to-Day Incidence of Myocardial Infarction: A SWEDHEART Nationwide Observational Study. *JAMA Cardiol*. 2018, vol. 3, no. 11, pp. 1081–1089. doi:10.1001/jamacardio.2018.3466

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

52. Stewart S, Keates A, Redfern A, McMurray J.J.V. (2017). Seasonal variations in cardiovascular disease. *Nature Reviews Cardiology*. Vol. 14, No. 654–664. DOI:10.1038/nrcardio.2017.76
53. Sun Z, Chen Ch, Xu D, Li T. Effects of ambient temperature on myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Pollution*, 2018, vol. 241, pp. 1106–1114. doi: 10.1016/j.envpol.2018.06.045
54. Turner L.R., Barnett A.G., Connell D, Tong S, Ambient Temperature and Cardiorespiratory Morbidity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Epidemiology*. 2012, vol. 23, no. 4, pp. 594–606. doi: 10.1097/EDE.0b013e3182572795.
55. Wang H, Matsumura M, Kakehashi M, et al. Effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of acute myocardial infarction in Hiroshima City, Japan. *Hiroshima J. of Med. Sci.* 2006;55(2):45–51.
56. White-Newsome J.L, McCormic S, Sampson N, et al. Strategies to reduce the harmful effects of extreme heat events: a four-city study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2014, vol. 11, pp. 1960–1988. doi:10.3390/ijerph110201960.
57. Yu W, Mengersen K, Wang X, et al. Daily average temperature and mortality among the elderly: a meta-analysis and systematic review of epidemiological evidence. *Int J Biometeorol*. 2012, vol. 56, pp. 569–581. doi:10.1007/s00484-011-0497-3
58. Zhou E, Zhang L, He L, et al. Cold exposure, gut microbiota and health implications: A narrative review. *Science of The Total Environment*, 2024, vol. 916, 170060. doi:10.1016/j.scitotenv.2024.170060.

Статья поступила в редакцию: 04.09.24, одобрена после рецензирования: 24.02.25, принятая к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 4 September 2024; approved after review: 24 February 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Ольга Евгеньевна Нечепуренко

кандидат физико-математических наук,
Томский государственный университет;
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36

e-mail: o.e.nechepurenko@gmail.com

Ирина Валерьевна Кужевская

кандидат географических наук, доцент,
Томский государственный университет;
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36

e-mail: irinakuzhevskaia@gmail.com

Наталья Николаевна Чередько

кандидат географических наук,
Институт мониторинга климатических
и экологических систем Сибирского отделения РАН;
634055, Россия, г. Томск, Академический пр., 10/3

e-mail: atnik3@rambler.ru

Оксана Юрьевна Лихачева

магистрант,
Томский государственный университет;
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36

e-mail: oksanalihacheva17138@gmail.com

Алексей Николаевич Репин

доктор медицинских наук, профессор,
руководитель отделения амбулаторной кардиологии
Научно-исследовательского института кардиологии,
Томский национальный исследовательский
медицинский центр РАН;
634012, Россия, г. Томск, ул. Киевская, д. 111-А

e-mail: ran@cardio-tomsk.ru

Сергей Анатольевич Округин

доктор медицинских наук, старший научный
сотрудник отделения амбулаторной кардиологии
Научно-исследовательского института кардиологии,
Томский национальный исследовательский
медицинский центр РАН;
634012, Россия, г. Томск, ул. Киевская, д. 111-А

e-mail: osa@cardio-tomsk.ru

Information about the authors

Olga E. Nechepurenko

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Tomsk State University;
36, Lenina st., Tomsk, 634050, Russia

e-mail: o.e.nechepurenko@gmail.com

Irina V. Kuzhevskaia

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Tomsk State University;
36, Lenina st., Tomsk, 634050, Russia

e-mail: irinakuzhevskaia@gmail.com

Natalya N. Cheredko

Candidate of Geographical Sciences, Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences;
10/3, Akademichesky prospekt, Tomsk, 634055, Russia

e-mail: atnik3@rambler.ru

Oksana Yu. Likhacheva

Master's Student,
Tomsk State University;
36, Lenina st., Tomsk, 634050, Russia

e-mail: oksanalihacheva17138@gmail.com

Alexey N. Repin

Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Outpatient Cardiology Department, Research Institute of Cardiology, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences;
111-A, Kyiv st., Tomsk, 634012, Russia

e-mail: ran@cardio-tomsk.ru

Sergey A. Okrugin

Doctor of Medical Sciences, senior researcher at the Department of Outpatient Cardiology, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences;
111-A, Kiyevskaya st., Tomsk, 634012, Russia

Метеорология

Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Чередько Н.Н., Лихачева О.Ю., Репин А.Н., Округин С.А.

Вклад авторов

Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли значимый вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Нечепуренко О.Е. – постановка проблемы.

Кужевская И.В. – концептуализация, методология, описание результатов и формирование выводов исследования.

Чередько Н.Н. – сбор и анализ литературных источников, подготовка результатов и их анализ, написание текста и редактирование статьи.

Лихачева О.Ю. – обзор литературы, оформление окончательного варианта в соответствии с требованиями.

Репин А.Н. – научное редактирование, доработка текста.

Округин С.А. – научное редактирование, доработка текста.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

The authors confirm their authorship compliance with the ICMJE international criteria (all the authors have made a significant contribution to the conceptualization, research, and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Olga E. Nechepurenko – the problem statement.

Irina V. Kuzhevskaia – conceptualization; methodology; description of the results and formulation of the conclusions of the study.

Natalya N. Cheredko – selection and analysis of primary sources; preparation of the results and their analysis; writing and editing of the text.

Oksana Yu. Likhacheva – literature review; design of the final version in accordance with the requirements.

Alexey N. Repin – scientific editing; text revision.

Sergey A. Okrugin – scientific editing; text revision.

The authors declare no conflict of interest.

Метеорология**Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.****Научная статья**

УДК 551.583

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-114-126

EDN: HIMWVL



**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ТУМАНОВ, ДЫМКИ И МГЛЫ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
В СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД**

**Инна Валентиновна Латышева¹, Кристина Анатольевна Лощенко², Саяна Жамсарановна Вологжина³,
Анастасия Васильевна Гекова⁴**

^{1, 2, 3, 4} Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

¹ ababab1967@mail.ru

² loshchenko@bk.ru

³ svologzhina@gmail.com

⁴ gekova00@bk.ru

Аннотация. Современный климат Иркутской области характеризуется высокими темпами изменений и большой пространственно-временной неоднородностью. Наименее изучены характеристики атмосферных явлений, которые оказывают влияние на экономическое и социальное развитие региона. Туманы, дымка и мгла относятся к числу опасных погодных явлений, ухудшающих видимость и нередко сопровождающихся повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Туманы существенно затрудняют условия взлета и посадки воздушных судов, а также ухудшают работу других видов транспорта. В работе впервые на основе современных данных построены карты распределения различных видов туманов, включая редкие типы ледяных туманов, дымки и мглы по данным 74 метеорологических станций, расположенных в разных физико-географических и синоптико-климатических районах Иркутской области за период 1997–2021 гг. Проанализированы пространственные и сезонные особенности повторяемости явлений, ухудшающих видимость, дана количественная оценка непрерывной продолжительности явлений, а также рассмотрены температурные условия образования туманов, включая морозные туманы. Чаще всего скопление продуктов конденсации и сублимации водяного пара, образование мглы в приземном слое атмосферы отмечаются в зимние и летние месяцы в северных и южных районах Иркутской области, что следует учитывать при планировании деятельности различных видов транспорта. В пространственном отношении наиболее вероятно ухудшение видимости из-за тумана на побережье оз. Байкал и по долинам рек Лены, Илмы и Витима, орографических туманов в летние месяцы в предгорьях Восточного Саяна, ледяного тумана в зимние месяцы на севере области. Самые продолжительные летние туманы зафиксированы в Жигаловском, Усть-Кутском и Нижнеудинском районах на метеостанциях Лукиново, Максимово и Нерой, зимние туманы в Бодайбинском районе на станции Мамакан, дымка в Усть-Куте.

Ключевые слова: климат, Иркутская область, видимость, морозный туман, поземный туман, ледяной туман, дымка, мгла

Для цитирования: Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В. Пространственно-временные особенности распределения туманов, дымки и мглы на территории Иркутской области в современный климатический период // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 114–126. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-114-126. EDN: HIMWVL

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-114-126

EDN: HIMWVL

**THE SPATIOTEMPORAL FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF FOGS, HAZE, AND MIST
IN THE IRKUTSK REGION IN THE MODERN CLIMATIC PERIOD**

Inna V. Latysheva¹, Kristina A. Loshchenko², Saiana Zh. Vologzhina³, Anastasia V. Gekova⁴

^{1, 2, 3, 4} Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

¹ ababab1967@mail.ru

² loshchenko@bk.ru

³ svologzhina@gmail.com

⁴ gekova00@bk.ru



© 2025 Латышева И. В., Лощенко К. А., Вологжина С. Ж., Гекова А. В. Лицензировано по CC BY 4.0.
Чтобы ознакомиться с условиями этой лицензии, посетите сайт <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

Abstract. The modern climate of the Irkutsk region is characterized by high rates of change and high spatiotemporal heterogeneity. The least studied are the characteristics of atmospheric phenomena that affect the economic and social development of the region. Fogs, haze, and mist are among the hazardous weather phenomena that impair visibility and are often accompanied by increased levels of air pollution. Fogs significantly complicate the takeoff and landing of aircraft and hinder the operation of other types of transport. This paper is the first to provide maps of the distribution of various types of fogs, including rare types of ice fogs, hazes and mists, constructed on the basis of modern data from 74 meteorological stations located in different physical-geographical and synoptic-climatic regions of the Irkutsk region for the period 1997-2021. The study analyzes spatial and seasonal features of the recurrence of phenomena that impair visibility, provides a quantitative assessment of the continuous duration of the phenomena, and explores the temperature conditions for the formation of fogs, including frost fogs. Most often, the accumulation of water vapor condensation and sublimation products and the formation of haze in the surface layer of the atmosphere are observed in winter and summer months in the northern and southern areas of the Irkutsk region, which should be taken into account when planning the activities of various types of transport. In spatial terms, visibility is most likely to deteriorate in fog on the coast of Lake Baikal and along the valleys of the Lena, Ilim, and Vitim rivers, in conditions of orographic fogs – in the summer months in the foothills of the Eastern Sayan, in conditions of ice fog – in the winter months in the north of the region. The longest episodes of summer fogs were registered in the Zhigalovsky, Ust-Kutsky, and Nizhneudinsky districts at the Lukinovo, Maksimovo, and Neroy meteorological stations, the longest episodes of winter fogs – in the Bodaibo district at the Mamakan station, the longest episodes of mist – in Ust-Kut.

Keywords: climate, Irkutsk region, visibility, frost fog, ground fog, ice fog, haze, mist

For citation: Latysheva, I.V., Loshchenko, K.A., Vologzhina, S.Zh., Gekova, A.V. (2025). The spatiotemporal features of the distribution of fogs, haze, and mist in the Irkutsk region in the modern climatic period. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 114–126. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-114-126. EDN: HIMWVL

Введение

Климат является одним из основных факторов, влияющих на устойчивость экосистем к негативным природным и антропогенным воздействиям, которые в значительной мере определяют качество жизни населения и эффективность экономической деятельности [18]. Ежегодный потенциальный ущерб от воздействия опасных погодных явлений (ОЯ) и неблагоприятных метеорологических явлений погоды в России, территории которой расположена в четырех основных климатических поясах и неоднородна по физико-географическим условиям, превышает 200 млрд рублей в год [12].

В количественном отношении за период с 1991 по январь 2021 г. в России было зарегистрировано более 11 300 ОЯ, в последнее 10-летие (2011–2020 гг.) наблюдалось 476 ОЯ, что на 10 % больше, чем в предыдущее десятилетие (2001–2010 гг.), когда было зафиксировано 430 ОЯ. Чаще всего отмечаются ОЯ, вызванные сильным ветром либо выпадением сильных дождей, количество которых возросло на 5 и 28 % соответственно [7, 14]. Наиболее погодозависимыми отраслями являются электроэнергетика, автотранспорт, жилищно-коммунальное и сельское хозяйство [11, 15, 17], однако результаты ансамблевых расчетов и прогнозные значения будущих изменений климата на базовые отрасли экономики и транспорта России часто разнятся [2].

В пространственном отношении наибольшее воздействие ОЯ на социально-экономическую систему России приходится на Южный и Северо-Кавказский федеральные округа, где ежегодно фиксируется порядка 18–25 % всех опасных гидрометеорологических явлений на территории страны, а к концу XXI в. ожидаются благоприятные условия для развития конвективных процессов и повышения экстремальности фронтальных осадков [9, 10]. Второе место по числу негативных воздействий условий погоды занимают Западносибирский и Восточносибирский регионы России [1, 4].

Видимость – свойство воздуха, играющее важную роль при любом перемещении, причем чем выше скорость перемещения, тем важнее учитывать градации видимости и прогноз ее ухудшения. Ограничение видимости при возникновении туманов, дымки и мглы является серьезной опасностью для автотранспорта, судоходства, промысла, прибрежного обслуживания. Ежегодно аэропорты несут многомиллионные убытки в результате задержек авиарейсов из-за образования на взлетно-посадочной полосе туманов [16]. К сожалению, существующие расчетные методы прогноза туманов имеют относительно низкую оправдываемость, в том числе с отсутствием физической модели, позволяющей надежно описать формирование и эволюцию тумана с учетом его генезиса, географических, метеорологических и синоптических условий образования. В России чаще всего отмечаются радиационные, адвективно-радиационные, фронтальные туманы и туманы испарения [6].

При образовании туманов, дымки и мглы может значительно ухудшиться экологическое состояние воздуха вследствие превышения концентрации загрязняющих веществ и примесей предельно допустимых норм в десятки раз. При этом загрязняющие вещества как химические соединения при повышенной влажности воздуха могут образовывать кислотные или щелочные соединения. Следовательно, при высокой концентрации химических соединений может наблюдаться негативное воздействие на окружающую среду и на здоровье человека [3].

В качестве естественных причин возникновения опасных гидрометеорологических явлений принято рассматривать циркуляционные факторы [8]. Как преобладающие типы синоптических процессов образования явлений, ухудшающих видимость, можно выделить малоградиентное барическое поле, теплый сектор циклона и центр

Метеорология*Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.*

антициклона. В настоящее время перспективны спутниковые наблюдения за туманами. Например, с помощью модели EOS MODIS ученые Китая определяют расположение туманов над Китайским морем [20]. Широко используются методы численного моделирования при изучении механизма образования туманов различных типов, например на основе региональной климатической модели исследуют параметры прибрежного тумана на сибирских водохранилищах [19]. В последние годы в гидрометеорологической деятельности все большее распространение получают технологии искусственного интеллекта и, в частности, алгоритмы глубокого обучения с применением разного рода нейросетей для идентификации типов туманов и разработки методов его прогнозирования [5].

Неравномерное воздействие ОЯ на территориях субъектов Российской Федерации без их учета в системе моделей региональной и отраслевой адаптаций к глобальным климатическим изменениям может оказать значительное дестабилизирующее влияние на экономическое и социальное развитие регионов [13]. В этой связи актуальны региональные исследования опасных погодных явлений на фоне современных изменений климата.

Объект и методика исследования

Цель данного исследования – статистический и пространственно-временной анализ характеристик туманов, дымки и мглы, ухудшающих горизонтальную дальность видимости на территории Иркутской области по данным непрерывных метеорологических наблюдений в современный климатический период с учетом их многолетней динамики и негативного влияния на деятельность авиационного транспорта.

Объекты исследования – атмосферные явления (туманы, дымки и мгла), ухудшающие горизонтальную дальность видимости. Под туманом понимают помутнение воздуха, вызванное скоплением взвешенных в воздухе продуктов конденсации и сублимации водяного пара, когда горизонтальная видимость становится меньше 1 км. Если помутнение воздуха в процессе конденсации вызывает уменьшение видимости в пределах от 1 до 10 км, явление называют дымкой. Мгла – более или менее сильное помутнение воздуха взвешенными в нем частичками пыли, дыма, гари. При сильной степени мглы видимость может снижаться до сотен и десятков метров, как при густом тумане. Чаще видимость при мгле превышает 1 км. Мгла нередко наблюдается при смещении континентального воздуха из степей и пустынь или при лесных и торфяных пожарах. Над большими городами она связана с загрязнением воздуха дымом и пылью местного происхождения (городская мгла).

Особую актуальность исследования метеорологических явлений, ухудшающих видимость, имеют в тех регионах, где существенное влияние на их образование оказывают неоднородные формы рельефа, высокая степень изменчивости климата и разнообразие циркуляционных и синоптических условий. К числу таких относится регион исследования – Иркутская область, которую часто называют Приангарьем, или Прибайкальем (Предбайкальем). Иркутская область находится на юге Восточной Сибири, фактически в центре азиатского материка, в непосредственной близости от континентальных центров действия атмосферы (Азиатский антициклон и Центрально-Азиатская депрессия), которые оказывают влияние на формирование погодных и климатических условий в холодный и теплый периоды года соответственно.

Значительная меридиональная протяженность территории Иркутской области обуславливает большую изменчивость угла падения солнечных лучей, которая варьирует от $62^{\circ}20'$ на юге области до $49^{\circ}12'$ на севере в день летнего солнцестояния и от $15^{\circ}27'$ до $2^{\circ}18'$ в день зимнего солнцестояния, что сказывается в высокой контрастности климата региона. Наряду с приходом солнечной радиации важным климатообразующим фактором является рельеф земной поверхности, который в Иркутской области сложен и многообразен благодаря неоднородностям геологического строения, проявляющимся в преобладании различных видов плато с подчиненным участием равнинного, низкогорного и плоскогорного рельефа.

По рекомендации Всемирной метеорологической организации (ВМО) в качестве стандартного периода для оценки климатических переменных, характеризующих текущий или современный климат, используется период в 30 лет. Современный климатический период – 1991–2020 гг. В работе, по данным 74 метеорологических станций Иркутской области за период 1997–2021 гг., полученных из ежемесячников архива Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, построены карты числа дней с различными типами туманов, дымкой, мглой и проанализированы пространственно-временные особенности их распределения по территории Иркутской области. При расчете количества дней с явлением погоды учитывались метеорологические сутки, когда наблюдалось соответствующее погодное явление, как в срок наблюдения, так и между сроками.

Рассчитана суммарная непрерывная продолжительность указанных погодных условий для каждого месяца и в целом за год, исходя из всех наблюдений: в срок наблюдения и между сроками. В тех случаях, когда по фактическим наблюдениям явление прекращалось на период менее 15 минут, явление считалось непрерывным. Если явление отмечалось в один срок наблюдения, а в соседние сроки отсутствовало, то его продолжительность принимается равной 0,5 часов или 1 час и относится к градации ≤ 1 час. Если явление наблюдалось непрерывно или с перерывами, не превышающими 15 минут, в течение одних суток и сохранялось на протяжении следующих суток, то его продолжительность может составлять более 25 часов. Явления, начавшиеся в одном месяце и закончившиеся в другом, разбивались на две продолжительности и учитывались отдельно.

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

Результаты исследования

Туманы на территории Иркутской области могут образоваться как под влиянием сопутствующих метеорологических факторов и синоптических условий, так и под влиянием орографии, в частности, горных массивов, больших водоемов и др. Встречаются туманы и антропогенного происхождения (влияние промышленности, городов, движения транспорта). В современный период (1997–2021 гг.) среднегодовое число дней с туманом в Иркутской области варьирует от 1–2 на высокогорной станции Хамар-Дабан и на подветренных склонах Восточного Саяна (Алыгджер) до максимальных значений на байкальской станции Исток Ангары (112) (рис. 1). Также отмечается увеличение числа дней с туманом в центральных районах Иркутской области (речные долины Лены, Илима и Витима).

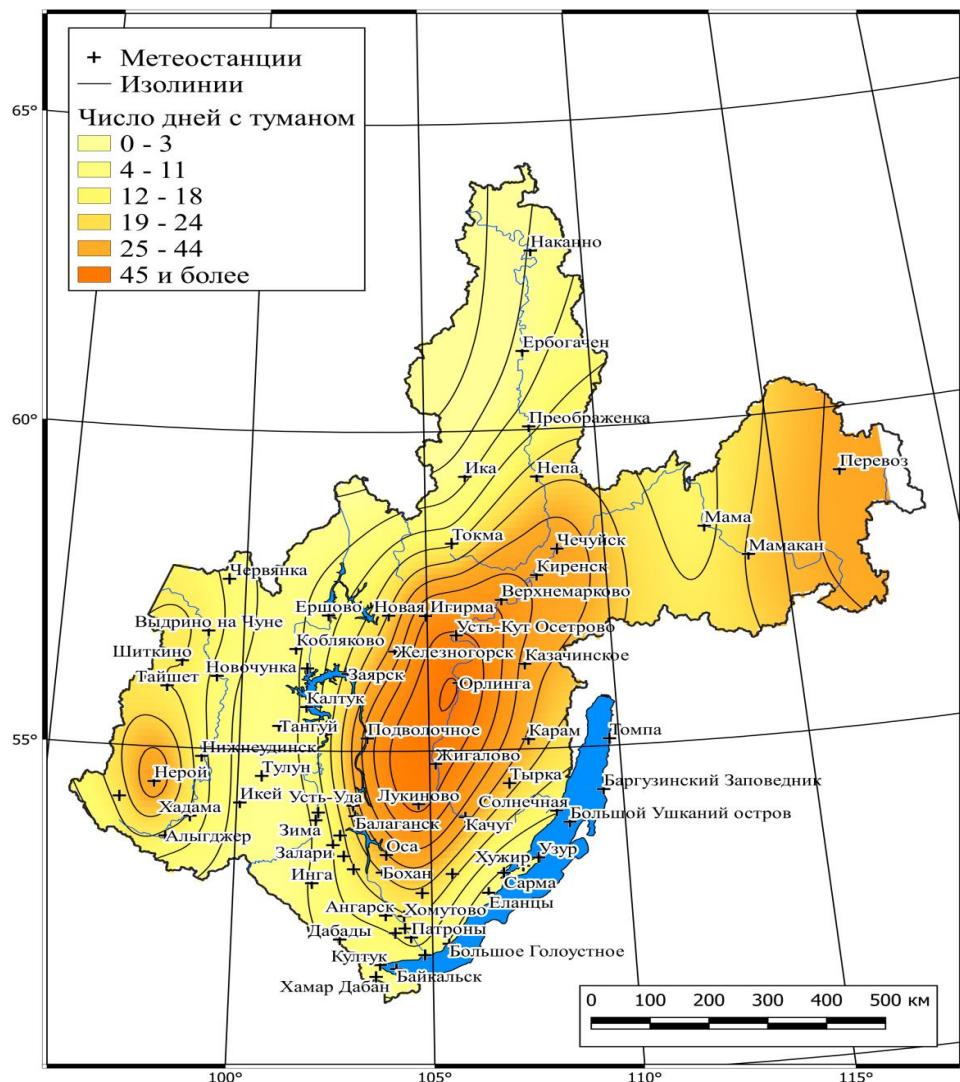


Рис. 1. Среднегодовое число дней с туманом в Иркутской области в 1997–2021 гг.
по данным 74 метеорологических станций

Fig. 1. Average annual number of foggy days in the Irkutsk Region in 1997–2021, according to data from 74 meteorological stations

В годовом распределении на большинстве метеорологических станций Иркутской области (59 %) максимум числа дней с туманом приходится на август, когда усилено испарение влаги на фоне максимумов температуры подстилающей поверхности и количества выпавших осадков. Чаще всего туманы в августе отмечаются на высокогорных станциях Восточного Саяна – Нерой и Верхняя Гутара (22–24), а также на станциях Подвальное в Усть-Удинском районе (21) и Максимово в Усть-Кутском районе (20). Порядка 10 % станций имеют летний максимум в июле, в основном это байкальские станции, где в среднем отмечается 4–6 дней с туманом, при этом чаще всего туманы образуются на Большых Ушканьих островах (12). Менее выражен зимний максимум туманов, который приходится на декабрь с наибольшим количеством дней на байкальской станции Исток Ангары (20) и январь, когда больше всего туманов на байкальской станции Исток Ангары (17), северной станции Ергобачён (8) и в Иркутске (5).

Метеорология
Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

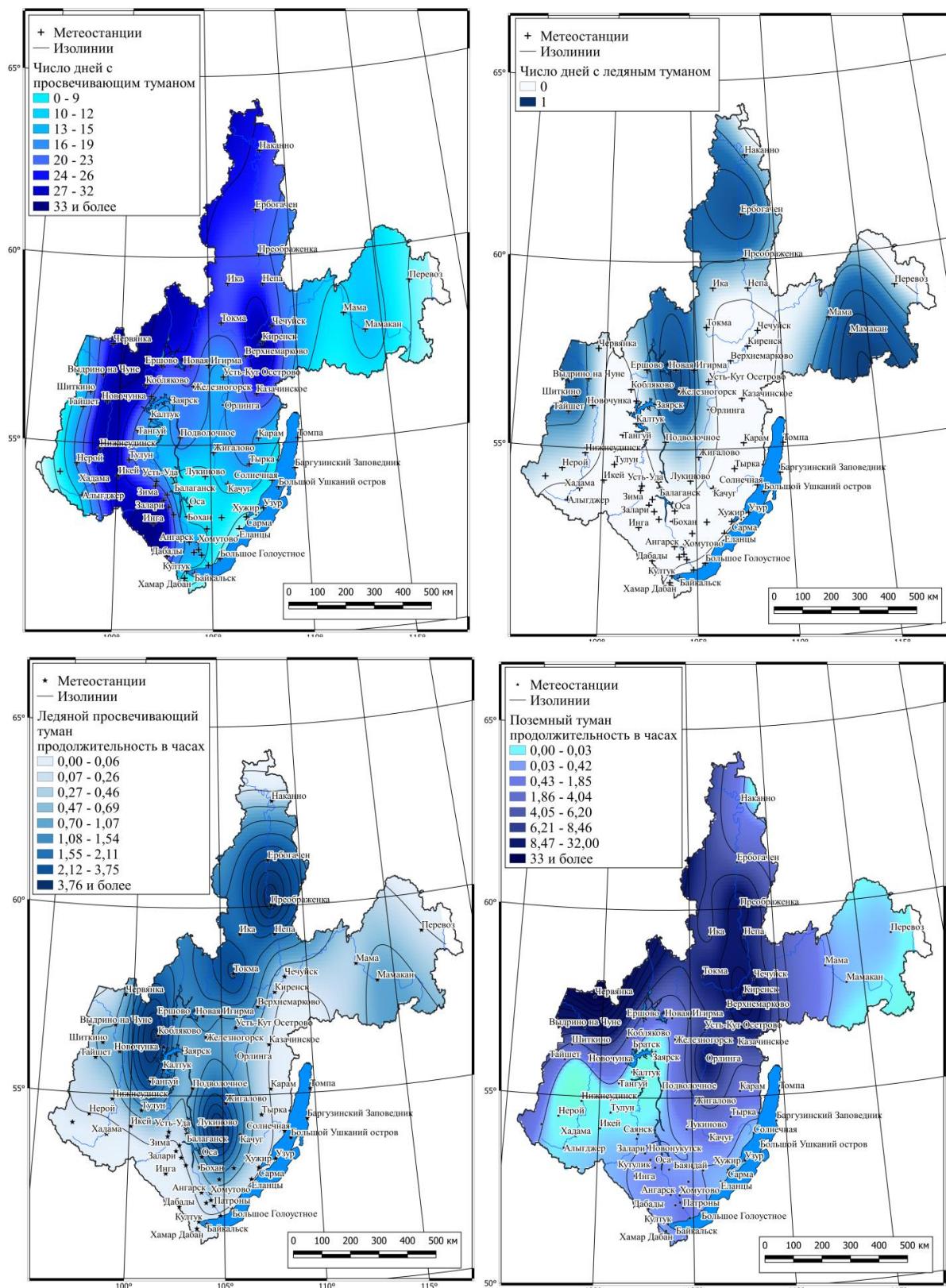


Рис. 2. Среднегодовое число дней с различными типами туманов в Иркутской области в 1997–2021 гг.
по данным 74 метеорологических станций

Fig. 2. Average annual number of days with different types of fog in the Irkutsk Region in 1997–2021,
according to data from 74 meteorological stations

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

Просвевающий туман – туман с горизонтальной видимостью на уровне 2 м менее 1000 м (обычно она составляет несколько сотен метров, а в ряде случаев снижается даже до нескольких десятков метров), слабо развитый по вертикали, так что возможно определить состояние неба (количество и форму облаков). Чаще отмечается вечером, ночью и утром, но может наблюдаться и днем, особенно в холодное полугодие при повышении температуры воздуха. В Иркутской области в 1997–2021 гг. среднегодовое число дней с просвевающим туманом варьирует от единичных случаев (Хамар-Дабан, Алыгджер, Еланцы, Бохан, Томпа) до максимальных значений в Киренске (48) (рис. 2). В годовом ходе просвевающие туманы чаще всего отмечаются в августе с максимальным числом дней на Братском водохранилище (Кобляково) (14).

Ледяной туман – туман, наблюдаемый при температуре воздуха ниже $-10\ldots-15^{\circ}\text{C}$ и состоящий из кристаллов льда, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей. В Иркутской области ледяной туман – редкое явление, которое фиксируется на метеорологических станциях в единичном числе случаев в период с октября по март с максимумом в зимние месяцы на севере области (Ербогачён, Мамакан, Новая Игирма, Железногорск). Ледяной просвевающий туман наблюдается с сентября по апрель в основном в северных и северо-западных районах с максимальным числом дней за год на станциях Лукиново (10), Кобляково (8), Преображенка (7), Токма (6), Тангуй (4).

Поземный туман – туман, низко стелющийся над земной поверхностью (или водоемом) сплошным тонким слоем или в виде отдельных клочьев, так что в слое тумана горизонтальная видимость составляет менее 1000 м, а на уровне 2 м превышает 1000 м (обычно составляет, как при дымке, от 1 до 9 км, а иногда 10 км и более). Наблюдается, как правило, в вечерние,очные и утренние часы. На территории Иркутской области поземный туман отмечается не повсеместно, так как в течение года благоприятные условия для его образования складываются в июле и августе на севере области – в Червянке (12), Киренске (9), Преображенке (8), где среднегодовое число дней с поземным туманом достигает 44 (Червянка).

Наибольшую повторяемость в течение года при образовании туманов в Иркутской области имеют следующие градации температуры воздуха и дефицитов точки росы: на юге и северо-востоке [$0\ldots15^{\circ}\text{C}$] и [$0\text{--}1^{\circ}\text{C}$], на севере и западе [$-5\ldots15^{\circ}\text{C}$] и [$0\text{--}1^{\circ}\text{C}$]. Морозные туманы отмечались на севере области при градациях температуры воздуха [$-40\ldots-50^{\circ}\text{C}$] и дефицитов точки росы [$2\text{--}3^{\circ}\text{C}$], на северо-востоке при градациях температуры [$-45\ldots-40^{\circ}\text{C}$] и дефицитов точки росы [$2\text{--}3^{\circ}\text{C}$].

Среднегодовое число дней с дымкой в 1997–2021 гг. в Иркутской области варьирует от единичного числа случаев на подветренных склонах Восточного Саяна (Алыгджер) до максимальных значений в северных, западных и южных районах Иркутской области – Зима (97), Хомутово (90), Усть-Кут (85), Иркутск (83), Черемхово (71), Шелехов (69) (рис. 3). В течение года на большинстве метеостанций (76 %) основной максимум числа дней с дымкой отмечается в летние месяцы, преимущественно в августе, с наибольшим количеством в Усть-Куте (19) и Нижнеудинске (14). Порядка 24 % станций имеют зимний максимум с наибольшим числом дней в декабре в Черемхово (12) и в январе в Зиме (18).

В Иркутской области в 1997–2021 гг. среднегодовое число дней с мглой варьирует от одного (Хамар-Дабан, Залари, Байкальск, Хадама, Алыгджер, Нерой) до 42 (Шелехов). В годовом ходе на большинстве станций (65 %) максимум приходится на самый жаркий и влажный месяц – июль, когда чаще всего мгла регистрируется в Червянке и Токме (5). В г. Шелехов, в отличие от других метеостанций, максимум приходится на зимние месяцы – декабрь и январь (7).

Среднегодовая суммарная продолжительность туманов (в часах) варьирует от менее часа в Хамар-Дабане до 543 в Лукиново (Жигаловский район); дымки – от менее часа в Максимово (Усть-Кутский район) до 723 в Иркутске; мгла – от менее часа в Максимово (Усть-Кутский район) до 289 в Шелехово (рис. 4). В течение года максимальная суммарная продолжительность туманов на большинстве станций приходится на август и достигает 156 (Лукиново), 148 (Максимово), 141 (Нерой) часов. Максимальная суммарная продолжительность туманов в декабре отмечается в Мамакане (73), Новой Игирме (50), Ербогачёне (28), в январе – в Калтуке (12), Маме (12) и Братске (9). В годовом ходе суммарной продолжительности дымки на 62 % станций фиксируют зимний максимум с наибольшей продолжительностью в декабре в Иркутске (231) и в январе в Зиме (162). Порядка 38 % станций имеют летний максимум, чаще всего в августе, с наибольшей суммарной продолжительностью в Усть-Куте (76). В годовом ходе суммарной продолжительности мглы в большинстве случаев (66 %) максимум приходится на летние месяцы, преимущественно июль, с наибольшими значениями в Токме (53), в г. Шелехов максимум приходится на январь (61).

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

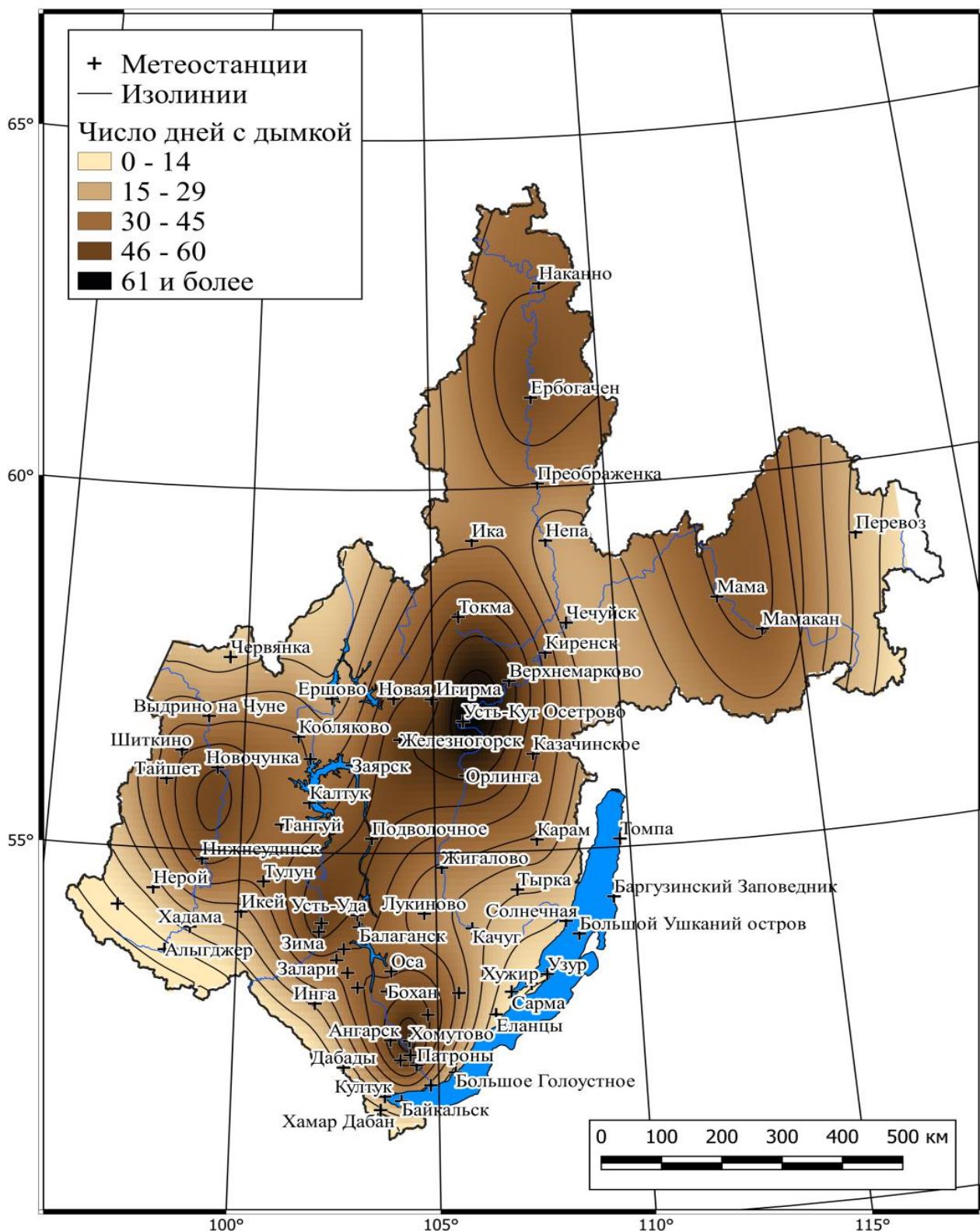


Рис. 3. Среднегодовое число дней с дымкой в Иркутской области в 1997–2021 гг.
по данным 74 метеорологических станций

Fig. 3. Average annual number of days with mist in the Irkutsk Region in 1997–2021,
according to data from 74 meteorological stations

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

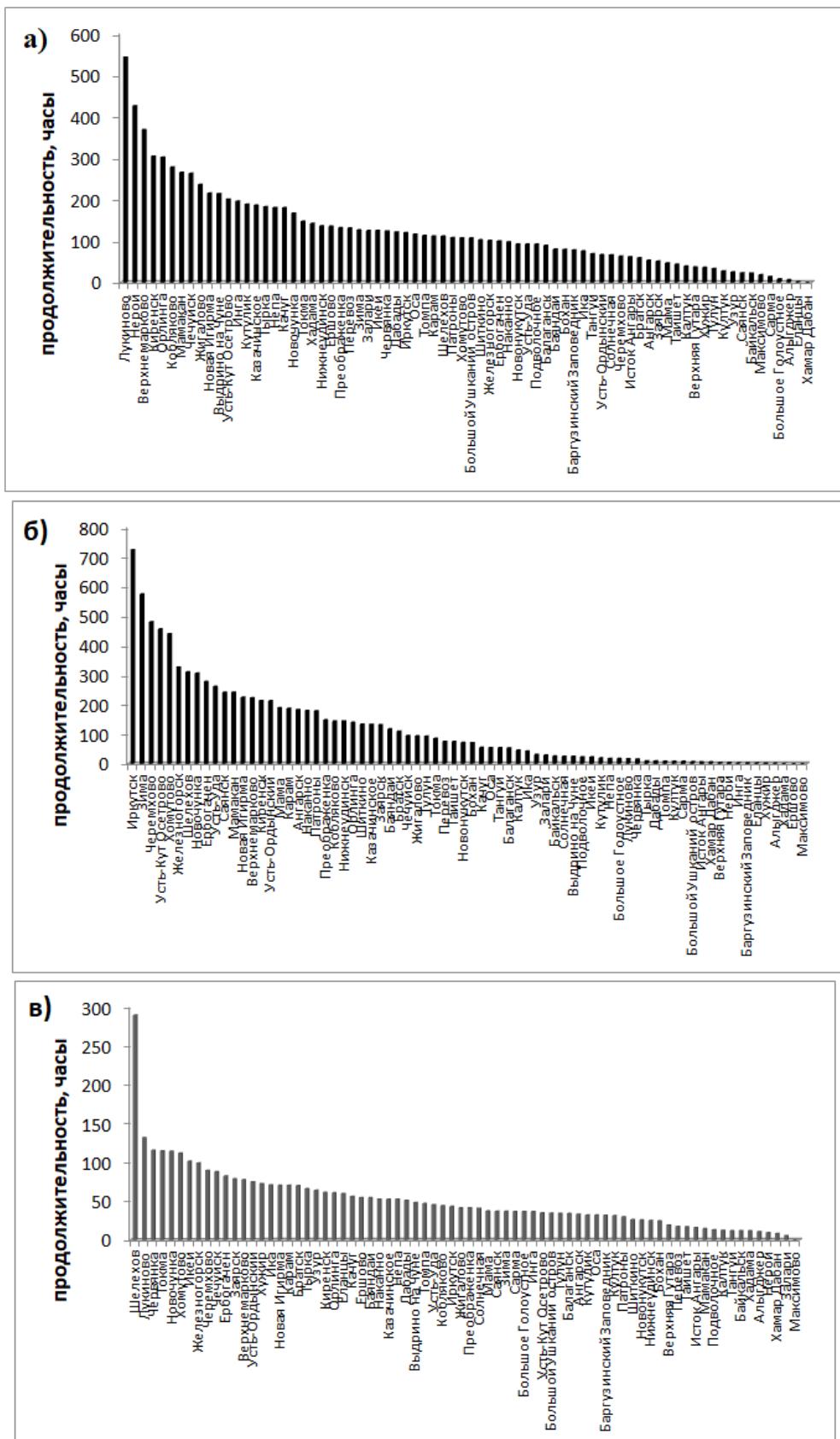


Рис. 4. Среднегодовая суммарная продолжительность туманов (а), дымки (б) и мглы (в) в Иркутской области в 1997–2021 гг. по данным 74 метеорологических станций

Fig. 4. Average annual total duration of fogs (a), mist (б), and haze (в) in the Irkutsk Region in 1997–2021, according to data from 74 meteorological stations

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

Туманы оказывают существенное влияние на пилотирование воздушных судов. В Иркутской области при стационарировании и усилении барического гребня Монгольского центра Азиатского антициклона возникают благоприятные условия для образования продолжительных радиационных и адвективно-радиационных туманов в холодный период года, тогда как в теплый период возрастает вклад туманов испарения. По данным аэродромов Иркутск ($52^{\circ}16'04''$ с.ш. $104^{\circ}23'20''$ в.д.), Братск ($56^{\circ}22'12''$ с.ш. $101^{\circ}41'54''$ в.д.), Ербогачён ($61^{\circ}16'30''$ с.ш., $108^{\circ}01'47''$ в.д.) и Бодайбо ($57^{\circ}51'37''$ с.ш. $114^{\circ}13'00''$ в.д.), расположенных в разных физико-географических районах Иркутской области, чаще всего туманы осложняют деятельность авиации в Бодайбо, где в среднем за год отмечается 70 дней с туманом, который образуется в пониженных формах рельефа горной местности южной части Патомского нагорья. В среднем 65 дней с туманом в год отмечается в Братске, где в увеличении их количества сказывается расположение в южной и юго-восточной части района аэродрома Братского водохранилища, определяющего повышенное влагосодержание приземного слоя атмосферы. Реже всего, в среднем 12 дней в году, туманы возникают на самом северном аэродроме Ербогачён, находящемся на правом берегу реки Нижняя Тунгуска в пределах Ербогачёнской равнины, где в ослаблении факторов туманообразования проявляется более частое влияние фронтальных разделов. На аэродромах Иркутск и Бодайбо максимум числа дней с туманом чаще всего отмечается в августе и сентябре (10–11 дней), когда возрастет вклад испарения влаги с поверхности водоемов и радиационного выхолаживания. На северных аэродромах Ербогачён и Братск более выражен зимний максимум радиационных и адвективно-радиационных туманов (7–13 дней) при развитии гребня Азиатского антициклона на северные районы Иркутской области.

Среднегодовая непрерывная продолжительность туманов на аэродромах Иркутск и Ербогачён составляет 3 часа, в Бодайбо и Братске – 4 часа. Максимальная непрерывная продолжительность туманов отмечается преимущественно в январе при минимальных значениях среднесуточных температур воздуха на фоне максимального развития приземного антициклонегенеза. В Бодайбо в январе максимальная непрерывная продолжительность туманов достигает 42, в Братске 22, в Ербогачёне 18 часов. На аэродроме Иркутск максимальная непрерывная продолжительность туманов зафиксирована в октябре (22 часа) и в августе (21 час).

Максимум повторяемости видимости в тумане (>70 %) на аэродромах Иркутской области приходится на градации слабого тумана с ухудшением горизонтальной дальности видимости с градациями от 500 до 1000 м. Сильный туман с ухудшением видимости до градаций менее 200 м отмечался со среднегодовой повторяемостью 15 % в Братске с максимумом в апреле и октябре, 0,3 % в Ербогачёне с максимумом в июле.

Наибольшую повторяемость в течение года при образовании туманов на аэродромах Иркутск (59 %) и Бодайбо (46 %) имели градации температуры воздуха [$0\text{--}15^{\circ}\text{C}$] и дефицитов точки росы [$0\text{--}1^{\circ}\text{C}$], на северных аэродромах: Братск [$-30\text{--}-15^{\circ}\text{C}$] и дефицитов точки росы [$2\text{--}3^{\circ}\text{C}$] (49 %), Ербогачён – морозные туманы при градациях температуры воздуха [$-40\text{--}-50^{\circ}\text{C}$] и дефицита точек росы [$2\text{--}3^{\circ}\text{C}$] (54 %).

Представляет интерес исследование многолетней динамики туманов. Согласно данным таблицы 1, в исследуемый период 1997–2021 гг. на аэродромах Иркутск и Братск прослеживается тенденция к уменьшению числа дней с туманами, однако их статистическая значимость, оцениваемая по коэффициенту детерминации, не превышает 5 % вклада линейного тренда в общую дисперсию временного ряда. На северных аэродромах Ербогачён и Бодайбо среднее число дней с туманом возрастает с наибольшими значениями коэффициентов линейного тренда в Ербогачёне в период с марта по октябрь, что можно объяснить общим увеличением влагосодержания приземного слоя атмосферы на фоне наблюдаемых тенденций роста температур в последние десятилетия. В многолетней динамике числа дней с мглой (табл. 2) статистически значимые изменения не выявлены.

Таблица 1
Table 1

Статистические характеристики числа дней с туманами на аэродромах Иркутской области в 1997–2021 гг.:
коэффициенты линейного тренда и их статистическая значимость

Statistical characteristics of the number of foggy days at airfields in the Irkutsk Region in 1997–2021: linear trend coefficients and their statistical significance

Станция	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Иркутск	-0,05 (0,01)	0,03 (0,01)	0,02 (0,01)	0,01 (0,05)	-0,03 (0,05)	0,02 (0,02)	-0,13 (0,21)	-0,08 (0,07)	-0,07 (0,05)	-0,03 (0,03)	-0,06 (0,02)	-0,08 (0,05)
Братск	-0,09 (0,09)	-0,06 (0,08)	-0,10 (0,16)	0,04 (0,05)	-0,04 (0,05)	-0,13 (0,12)	0,01 (0,01)	-0,06 (0,02)	-0,06 (0,02)	0,02 (0,01)	-0,08 (0,11)	-0,07 (0,07)
Ербогачён	0,15 (0,04)	0,35 (0,29)	0,31 (0,43)	0,26 (0,46)	0,33 (0,51)	0,68 (0,54)	0,88 (0,72)	0,81 (0,56)	0,89 (0,65)	0,50 (0,56)	0,08 (0,04)	0,15 (0,06)
Бодайбо	-0,09 (0,02)	0,06 (0,04)	0,03 (0,18)	0,01 (0,01)	0,06 (0,14)	0,15 (0,23)	0,23 (0,28)	0,64 (0,63)	0,41 (0,53)	0,04 (0,03)	0,01 (0,01)	-0,10 (0,02)

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

Таблица 2
Table 2

Статистические характеристики числа дней с мглой на аэродромах Иркутской области в 1997–2021 гг.:

коэффициенты линейного тренда и их статистическая значимость

Statistical characteristics of the number of days with haze at airfields in the Irkutsk Region in 1997–2021: linear trend coefficients and their statistical significance

Станция	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Иркутск	–	–0,01 (0,08)	0,01 (0,02)	–0,01 (0,01)	–0,05 (0,01)	–0,09 (0,03)	–0,02 (0,01)	0,08 (0,11)	–0,01 (0,04)	–0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	–
Братск	–	–0,01 (0,19)	–0,10 (0,02)	0,02 (0,07)	–0,03 (0,01)	–0,04 (0,01)	0,19 (0,15)	0,21 (0,29)	0,09 (0,04)	0,01 (0,01)	–	–
Ербогачён	–	–	–	–	–0,01 (0,08)	0,01 (0,01)	0,19 (0,12)	0,26 (0,18)	0,09 (0,08)	–0,01 (0,04)	–	–
Бодайбо	–	–	–	–	–	–0,04 (0,15)	0,09 (0,07)	0,11 (0,20)	0,01 (0,04)	–	–	–

Заключение

Среди атмосферных явлений, отмечающихся в Иркутской области в современный климатический период, наряду с ливневыми осадками наибольшую повторяемость имеют туманы, дымки и мгла как продукты конденсации и сублимации водяного пара, ухудшающие горизонтальную дальность видимости.

Наиболее благоприятные условия для их образования складываются в летние и зимние месяцы. В пространственном отношении туманы чаще всего отмечаются на юго-западной оконечности оз. Байкал (Исток Ангары) и по долинам рек Лены, Илима и Витима, в летние месяцы возрастает вклад орографических туманов в предгорьях Восточного Саяна (Нерой, Верхняя Гутара). Вероятность возникновения ледяного тумана максимальна в зимние месяцы на севере области (Лукиново, Кобляково, Преображенка, Токма, Тангуй). Мгла чаще всего отмечается в г. Шелехове в зимние месяцы, а дымка – в августе в Усть-Куте и Нижнеудинске.

Максимальная продолжительность туманов и дымки зафиксирована в августе и в среднем достигает 156 часов при туманах (Лукиново, Максимово, Нерой), 76 часов при дымке (Усть-Кут), наибольшая продолжительность зимних туманов составляет 73 часа (Мамакан).

Наиболее сложные условия пилотирования воздушных судов, связанные с ухудшением горизонтальной дальности видимости при образовании туманов, отмечаются в июле на побережье оз. Байкал, в августе – в высокогорных и северных районах Иркутской области, в зимние месяцы – на северных и южных аэродромах. В зимние месяцы и переходные сезоны года возрастает вероятность обледенения воздушных судов при образовании ледяного тумана на севере Иркутской области.

Ухудшение экологических условий при формировании мглы наиболее вероятно в июле, когда чаще всего мгла регистрируется в Катанском и Чунском районах Иркутской области, а в зимние месяцы – в южных районах при увеличении вклада антропогенной составляющей при повышенном сгорании топлива в условиях низких температур при господствующем влиянии Азиатского антициклона.

Библиографический список

1. Воробьёва Л.Н., Волкова Е.Ф., Санина А.Т. Тенденция изменения интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему // Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных. 2023. № 190. С. 38–52. EDN: TOPRHY
2. Кадомцева М.Е., Нейфельд В.В. Развитие методологии оценки воздействия погодных рисков на динамику производственных и экономических показателей растениеводства регионов // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 17–27. DOI: 10.28983/asj.y2023i1pp17-27 EDN: OKWWEX
3. Костарева Т.В. Пространственно-временной анализ повторяемости туманов в Пермском крае и их влияние на загрязнение атмосферы // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2022. Т. 32, № 3. С. 355–364. DOI: 10.35634/2412-9518-2022-32-3-355-364 EDN: WEZRFM
4. Кузнецова В.П. Опасные гидрометеорологические явления северных регионов в условиях наблюдаемого изменения климата // Геоморфология и физическая география Сибири в XXI веке: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы Российской Федерации, почётного члена Русского географического общества, профессора, доктора географических наук Земцова Алексея Анисимовича. 2020. С. 104–108. EDN: GDXBOT
5. Кулижская П.В. Метод прогнозирования тумана и идентификация его типа на основе нейросетей для аэродрома Санкт-Петербург (Пулково) // Метеорология и гидрология. 2024. № 4. С. 133–143. DOI: 10.52002/0130-2906-2024-4-133-143 EDN: OKIVQO
6. Лаврова И.В., Малькова Е.В. Синоптические условия образования туманов в Баренцевом море // Навигация и гидрография. 2023. № 73. С. 92–100. EDN: OMAWWX
7. Липка О.Н., Андреева А.П., Стишикина С.А. Подверженность природных систем суши опасным гидрометеорологическим явлениям и пороговые значения их воздействий // Фундаментальная и прикладная климатология. 2024. Т. 10, № 3. С. 329–377. DOI: 10.21513/2410-8758-2024-3-329-377 EDN: HJQZL

Метеорология**Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.**

8. Лукшина М.В. Опасные гидрометеорологические явления холодного периода на территории Минской области в условиях изменяющегося климата // Материалы I Белорусского географического конгресса: материалы конгресса к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества. В 7-ми частях. Минск, 2024. С. 297–301. EDN: MDDVNI
9. Магаева А.А., Яицкая Н.А. Гидрометеорологические опасные природные явления Северного Каспия в зимний период на фоне климатических изменений // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28, № 2. С. 709–718. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-709-718 EDN: JTEAJE
10. Матвеева Т.А., Гущина Д.Ю., Золина О.Г. Крупномасштабные индикаторы экстремальных осадков в прибрежных природно-экономических зонах европейской территории России // Метеорология и гидрология. 2015. № 11. С. 20–32. EDN: UYCNMN
11. Недобега А.П. Жара как опасное природное явление: общие подходы к трактовке понятия // В сборнике: 80-я научная конференция студентов и аспирантов Белорусского государственного университета: материалы конференции. В 3-х частях. Минск, 2023. С. 179–185. EDN: ACKPNM
12. Оганесян В.В., Стерин А.М., Воробьева Л.Н. Потенциальные ущербы от опасных и неблагоприятных метеорологических явлений на территории РФ: региональные особенности // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 1 (379). С. 143–156. DOI: 10.37162/2618-9631-2021-1-143-156 EDN: FXABDK
13. Рыбанова А.Ю., Фокичева А.А., Кориунов А.А., Воробьёва Л.Н. Экономическая ценность информационной деятельности Гидрометеорологической службы // Учёные записки РГГМУ. 2019. № 56. С. 38–49. DOI: 10.33933/2074-2762-2019-56-38-49 EDN: JPTUPS
14. Рыбанова А.Ю., Шамин С.И. Частота воздействия опасных гидрометеорологических явлений на экономику и население Российской Федерации за 1991–2020 годы // Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных. 2021. № 189. С. 93–102. EDN: PQJMKZ
15. Сытник Н.А. Влияние опасных гидрометеорологических явлений на эксплуатацию транспортного перехода через Керченский пролив // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия Естественные науки. 2023. № 4 (220). С. 137–148. DOI: 10.18522/1026-2237-2023-4-137-148 EDN: YJVIUE
16. Турсунов Х.Т., Волкова В.И., Бадахова Г.Х. Туманы в зоне аэропорта Ставрополь в современных климатических условиях // Евразийское Научное Объединение. 2021. № 5–6 (75). С. 492–494. DOI: 10.5281/zenodo.4926211 EDN: QRCZIH
17. Шамин С.И., Санина А.Т. Основные тенденции появления опасных гидрометеорологических явлений, нанесших ущерб на территории Российской Федерации // Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных. 2021. № 188. С. 154–166. EDN: NALJZW
18. Ebi K.L. et al. Health Risks of Warming of 1.5°C, 2°C, and Higher, Above Pre-industrial Temperatures // Environmental Research Letters. 2018. Vol. 13, No. 6. P. 063007. DOI: 10.1088/1748-9326/aac4bd EDN: LDFCWN
19. Nadezhina E.D., Semioshina A.A., Shkol'nik I.M., Matsak V.I. Model estimates of the fog parameters on the coasts of the siberian reservoirs. Russian meteorology and hydrology. 2010. Vol. 35, No. 12. P. 791–798. DOI: 10.3103/S1068373910120010 EDN: OBAWCZ
20. Zengzhou Hao, Delu Pan, Fang Gong, Jianyu Chen Sea fog characteristics based on MODIS data and streamer model. Proc. SPIE 7475, Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XIV, 747515-8, 29 September 2009. 2009. DOI: 10.1117/12.829949

References

1. Vorobyeva L.N., Volkova E.F., Sanina A.T., (2023). The trend of changing the intensity of the impact of dangerous hydro-meteorological phenomena on the socio-economic system // Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information, the World Data Center. 2023. No. 190. pp. 38-52.
2. Kadomtseva M.E., Neufeld V.V., (2023). Development of methodology for assessing the impact of weather risks on the dynamics of production and economic indicators of crop production in regions // Agrarian Scientific Journal. 2023. No. 1. pp. 17-27.
3. Kostareva T.V., (2022). Spatial and temporal analysis of the recurrence of fogs in the Perm Region and their effect on atmospheric pollution // Bulletin of the Udmurt University. Biology series. Earth Sciences. 2022. Vol. 32. No. 3. pp. 355-364.
4. Kuznetsova V.P., (2020). Dangerous hydrometeorological phenomena in the northern regions under the conditions of observed climate change // In the collection: Geomorphology and physical geography of Siberia in the 21st century. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Alexei Anisimovich Zemtsov, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Honorary member of the Russian Geographical Society, Professor, Doctor of Geographical Sciences. 2020. pp. 104-108.
5. Kulizhskaya P.V., (2024). Fog forecasting method and identification of its type based on neural networks for St. Petersburg (Pulkovo) // airfield Meteorology and hydrology. 2024. No. 4. pp. 133-143.
6. Lavrova I.V., Malkova E.V., (2023). Synoptic conditions of fog formation in the Barents Sea // Navigation and hydrography. 2023. No. 73. pp. 92-100.
7. Lipka O.N., Andreeva A.P., Stishkina S.A., (2024). The susceptibility of natural land systems to dangerous hydrometeorological phenomena and the threshold values of their effects // Fundamental and Applied Climatology. 2024. Vol. 10. No. 3. pp. 329-377.
8. Luksha M.V., (2024). Dangerous hydrometeorological phenomena of the cold period in the territory of the Minsk region in a changing climate // In the collection: Proceedings of the First Belarusian Geographical Congress. Materials of the Congress dedicated to the 90th anniversary of the Faculty of Geography and Geoinformatics of the Belarusian State University and the 70th anniversary of the Belarusian Geographical Society. In 7 parts. Minsk, 2024. pp. 297-301.
9. Magaeva A.A., Yaitskaya N.A., (2022). Hydrometeorological natural hazards of the Northern Caspian Sea in winter against the background of climatic changes // The intercart. InterGIS. 2022. Vol. 28. No. 2. pp. 709-718.
10. Matveeva, T.A., Guschina, D.Yu., Zolina, O.G., (2015). Large-scale indicators of extreme precipitation in coastal natural and economic zones of the European territory of Russia // Meteorology and Hydrology, 2015. No. 11, pp. 20-32.

*Метеорология**Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.*

11. Nedobega A.P., (2023). Heat as a dangerous natural phenomenon: general approaches to the interpretation of the concept // In the collection: the 80th scientific conference of students and postgraduates of the Belarusian State University. Conference materials. In 3 parts. Minsk, 2023. pp. 179-185.
12. Oganesyan V. V., Sterin A.M., Vorobyeva L. N., (2021). Potential damages from dangerous and unfavorable meteorological phenomena in the territory of the Russian Federation: regional features // Hydrometeorological research and forecasts. 2021. No. 1 (379). pp. 143-156.
13. Rybanova A. Yu., Fokicheva A. A., Korshunov A. A., Vorobyeva L. N., (2019). The economic value of information activities of the Hydrometeorological Service // Scientific Notes of the Russian State Medical University. 2019. No. 56. pp. 38-49
14. Rybanova A.Yu., Shamin S.I., (2021). Frequency of impact of dangerous hydrometeorological phenomena on the economy and population of the Russian Federation in 1991-2020 // Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information, the World Data Center. 2021. No. 189. pp. 93-102.
15. Sytnik N.A., (2021). The influence of dangerous hydrometeorological phenomena on the operation of a transport crossing through the Kerch Strait // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. The North Caucasus region. Series: Natural Sciences. 2023. No. 4 (220). pp. 137-148.
16. Tursunov Kh.T., Volkova V.I., Badakhova G.H., (2021). Fogs in the Stavropol airport area in modern climatic conditions // Eurasian Scientific Association. 2021. No. 5-6 (75). pp. 492-494.
17. Shamin S.I., Sanina A.T., (2021). The main trends in the occurrence of dangerous hydrometeorological phenomena that caused damage in the territory of the Russian Federation // Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information, the World Data Center. 2021. No. 188. pp. 154-166.
18. Ebi K.L. et al., (2018). Health Risks of Warming of 1.5°C, 2°C, and Higher, Above Pre-industrial Temperatures // Environmental Research Letters. 2018. Vol. 13. No. 6. P. 063007. doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac4bd>
19. Nadezhina E.D., Semioshina A.A., Shkol'nik I.M., Matsak V.I. (2010) Model estimates of the fog parameters on the coasts of the siberian reservoirs. Russian meteorology and hydrology. T. 35 no. 12. pp. 791-798 <https://elibrary.ru/item.asp?id=16681119>
20. Zengzhou Hao, Delu Pan, Fang Gong, Jianyu Chen (2009). Sea fog characteristics based on MODIS data and streamer model. Proc. SPIE 7475, Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XIV, 747515-8, 29 September 2009. <https://doi.org/10.1117/12.829949>

Статья поступила в редакцию: 19.02.25, одобрена после рецензирования: 03.04.25, принятая к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 19 February 2025; approved after review: 3 April 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Инна Валентиновна Латышева

кандидат географических наук, доцент, заведующая кафедрой метеорологии и физики околосеменного космического пространства географического факультета, Иркутский государственный университет; 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, д. 1

e-mail: ababab1967@mail.ru

Кристина Анатольевна Лощенко

кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и физики околосеменного космического пространства географического факультета, Иркутский государственный университет;; 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, д. 1

e-mail: loshchenko@bk.ru

Саяна Жамсарановна Вологжина

кандидат географических наук, доцент, декан географического факультета, доцент кафедры гидрологии и природопользования географического факультета, Иркутский государственный университет; 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1

e-mail: svologzhina@gmail.com

Анастасия Васильевна Гекова

студент кафедры метеорологии и физики околосеменного космического пространства географического факультета, Иркутский государственный университет; 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, д. 1

e-mail: gekova00@bk.ru

Information about the authors

Inna V. Latysheva

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Meteorology and Physics of Near-Earth Space, Faculty of Geography, Irkutsk State University;

1, K. Marks st., Irkutsk, 664003, Russia

Kristina A. Loshchenko

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Meteorology and Physics of Near-Earth Space, Faculty of Geography, Irkutsk State University;

1, K. Marks st., Irkutsk, 664003, Russia

Saiana Zh.Vologzhina

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Geography, Associate Professor, Department of Hydrology and Environmental Management, Irkutsk State University

1, K. Marks st., Irkutsk, 664003, Russia

Anastasiiia V. Gekova

Student, Department of Meteorology and Physics of Near-Earth Space, Faculty of Geography, Irkutsk State University;

1, K. Marks st., Irkutsk, 664003, Russia

*Метеорология**Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.***Вклад авторов**

Латышева И.В. – идея, сбор и обработка материала, написание и научное редактирование статьи.

Лощенко К.А. – сбор и обработка материала, написание статьи.

Вологжина С.Ж. – сбор и обработка материала, написание статьи.

Гекова А.В. – обработка материала, составление карт.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Inna V. Latysheva – the idea; material collection and processing; writing and scientific editing of the article.

Kristina A. Loshchenko – material collection and processing; writing of the article.

Saiiana Zh. Vologzhina – material collection and processing; writing of the article.

Anastasiia V. Gekova – material processing; mapping.

The authors declare no conflict of interest.

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Научная статья

УДК 504.54

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-127-142

EDN: HKYDNB



ВЛИЯНИЕ БИТУМИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ КАРСТА НА ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННУЮ ТРАНСФОРМАЦИЮ МАЛОЙ РЕКИ НА ОСНОВЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ И БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Сергей Алексеевич Бузмаков¹, Анастасия Владимировна Черемных²

^{1, 2} Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

¹ lep@psu.ru, SPIN-код: 8537-9627, РИНЦ Author ID: 119313, ORCID: 0000-0002-5144-0714, Scopus Author ID: 55700746600, Researcher ID: ABC-9546-2020

Аннотация. Комплекс исследований из лабораторных экспериментов и полевых обследований на основе геохимических методов и биотестирования позволяет обозначать и решать задачи по выявлению последствий битумизации, природно-техногенной трансформации малой реки в карстовых условиях. Малая река выступает приемником природно-техногенного потока углеводородов в карстовом районе. Химический состав вод реки типичен для условий нефтепромыслового техногенеза: пробы обогащены хлоридами и углеводородами. Приводятся оригинальные материалы экспериментов по моделированию битумизации и полевых наблюдений по влиянию доз и концентраций углеводородов на оптическую плотность хлореллы. Даны сведения о содержании химических элементов в донных осадках и сведения о результатах их биотестирования. Установлена положительная реакция в экспериментах хлореллы на увеличение доз нефти. Качество донных отложений на территории нефтяного месторождения прямо или косвенно связано с битумизацией, которая вносит изменения в экосистему. Водная среда и донные отложения истоков реки Одиновская обогащены нефтяной органикой и положительно влияют на жизнедеятельность хлореллы. В среднем течении малой реки наблюдается наименьшая оптическая плотность хлореллы. Определены геохимические ряды элементов, особенности их аккумуляции и миграции в условиях техногенеза. В донных отложениях аккумулируются мышьяк, кобальт и титан, мигрируют цинк и марганец. Концентрации мышьяка и свинца превышают санитарные нормы. Эксперименты и полевые отборы проб для тестирования с использованием хлореллы показали, что техногенные потоки углеводородов усиливают гетеротрофность экосистемы истока малой реки. Увеличение плотности хлореллы в пробах при тестировании можно диагностировать как техногенное органическое загрязнение. В природно-техногенных условиях хлорелла также реагирует на увеличение содержания углеводородов, как и в эксперименте. Битумизацию возможно и целесообразно диагностировать по увеличению оптической плотности хлореллы.

Ключевые слова: битумизация, трансформация, аккумуляция, миграция, биотестирование, микроэлемент, карст, оптическая плотность, замедленная флуоресценция, техногенез

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Пермского края No. 24-17-20025. <https://rscf.ru/project/24-17-20025/>.

Для цитирования: Бузмаков С.А., Черемных А.В. Влияние битумизации в условиях карста на природно-техногенную трансформацию малой реки на основе геохимических данных и биотестирования // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 127–142. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-127-142. EDN: HKYDNB

ECOLOGY AND NATURE USE

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-127-142

EDN: HKYDNB

THE INFLUENCE OF BITUMINIZATION IN KARST CONDITIONS ON THE NATURAL-TECHNOGENIC TRANSFORMATION OF A SMALL RIVER BASED ON GEOCHEMICAL DATA AND BIOTESTING

Sergei A. Buzmakov¹, Anastasia V. Cheremnykh²

^{1, 2} Perm State University, Perm, Russia

¹ lep@psu.ru, SPIN-code: 8537-9627, RSCI Author ID: 119313, ORCID: 0000-0002-5144-0714, Scopus Author ID: 55700746600, ResearcherID: ABC-9546-2020



© 2025 Бузмаков С. А., Черемных А. В. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, перейдите по ссылке <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

Abstract. A set of studies consisting of laboratory experiments and field surveys based on geochemical methods and biotesting allows us to formulate and solve problems related to identifying the consequences of bituminization, natural-technogenic transformation of a small river in karst conditions. A small river acts as a receiver of natural-technogenic hydrocarbon flow in the karst region. The chemical composition of the river waters is typical for the conditions of oilfield technogenesis: samples are enriched with chlorides and hydrocarbons. The article presents original materials from experiments on bituminization modeling and field observations on the effect of hydrocarbon doses and concentrations on the optical density of *Chlorella*. The study provides information on the content of chemical elements in bottom sediments and the results of their biotesting. The experiments established a positive reaction of *Chlorella* to an increase in oil doses. The quality of bottom sediments in the territory of an oil field is directly or indirectly related to bituminization, which changes the ecosystem. The aquatic environment and bottom sediments of the Odinovskaya River sources are enriched with oil organic matter and have a positive effect on the vital activity of *Chlorella*. The lowest optical density of *Chlorella* is observed in the middle reaches of the small river. The study determined the geochemical series of elements as well as features of their accumulation and migration under technogenic conditions. Arsenic, cobalt, and titanium accumulate in the bottom sediments, while zinc and manganese migrate. The concentrations of arsenic and lead exceed sanitary standards. Experiments and field sampling for testing with the use of *Chlorella* showed that technogenic hydrocarbon flows enhance the heterotrophy of the small river source's ecosystem. An increase in the density of *Chlorella* in samples during testing can be diagnosed as technogenic organic pollution. Under natural-technogenic conditions, *Chlorella* also reacts to an increase in hydrocarbon content, as in the experiment. It is possible and advisable to diagnose bituminization by the increased optical density of *Chlorella*.

Keywords: bituminization, transformation, accumulation, migration, biotesting, microelement, karst, optical density, delayed fluorescence, technogenesis

Funding: the study was supported by a grant from the Russian Science Foundation and the Perm Territory, project No. 24-17-20025, <https://rscf.ru/project/24-17-20025/>.

For citation: Buzmakov, S.A., Cheremnykh, A.V. The influence of bituminization in karst conditions on the natural-technogenic transformation of a small river based on geochemical data and biotesting. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 127–142. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-127-142. EDN: HKYDNB

Введение

В настоящее время существует достаточно проработанная теория техногенеза на нефтепромыслах, который состоит из механического, битумизации, галогенеза и поступлений окислов и углеводородов в атмосферу [12].

Геохимические исследования и биотестирование природно-техногенных компонентов, таких как донные отложения и вода на территории нефтяных месторождений, являются важной составляющей для оценки последствий техногенеза, определения экологического состояния окружающей среды. Часто добыча нефти сопровождается негативными последствиями для окружающей среды, включая загрязнение почвы, воды и атмосферы [24, 25].

Геохимические исследования предоставляют возможность определить концентрации и состав веществ в почве, воде и донных отложениях. Проводятся количественный и качественный анализ, определение содержания химических веществ и элементов, что позволяет оценить степень антропогенной трансформации окружающей среды и ее отдельных компонентов.

Исследование, проведенное в природном районе Кунгурской лесостепи, расположенному в юго-восточной части Пермского края, выявило фоновое содержание для района и элементы, которые отражают геохимическую специфику Кунгурской лесостепи ($KK=Co/1,7 > Ni/1,1$), обозначив это как район «Кунгурская лесостепь сидерофильной специализации с кобальт-никелевой ассоциацией» [5].

Малые реки и ручьи могут считаться наиболее информативными объектами при изучении последствий разработки месторождений углеводородов, испытывающими непосредственное воздействие от рассредоточенных источников загрязнений, расположенных в пределах их водосборных площадей [14].

Потенциально токсичные элементы и нефть являются приоритетными поллютантами из-за высокой токсичности и способности к аккумуляции в окружающей среде, а их токсичность обуславливает актуальность ре-медиации нефтезагрязненных территорий [13]. Постоянно разрабатываются различные способы ликвидации последствий битумизации [22].

Разрушение углеводородов остается сложной задачей, требующей решения многих вопросов. Например, содержание глины и особенности минералов существенно влияют на взаимодействие почвы с нефтью, которое связано с сорбционной способностью почв [21].

Особенностью многих проводимых исследований является использование экогеохимических методов совместно с биотестовыми. Такой подход позволяет не только определить и минимизировать недостатки каждого метода, но и провести всестороннюю оценку состояния компонентов природной среды [1].

В настоящее время методы биотестирования широко используются в международной практике контроля за качеством окружающей среды и даже являются обязательными в природоохранной практике таких стран, как США, Франция, Германия, Швеция, Япония [20, 27].

В России исследователями также предлагается в систему экологического мониторинга ввести стандартизованные методы биотестирования [15, 16].

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

Для выявления уровня загрязнения с использованием биологических систем раннего предупреждения (Biological Early Warning Systems, BEWS) были разработаны методы подсчета побочных эффектов на организмы. BEWS могут непрерывно отслеживать физиологические и поведенческие реакции организмов для своевременного обнаружения увеличения концентрации загрязняющих веществ [23, 26, 28].

Биоиндикаторы активно отражают состояние окружающей среды, позволяя избежать регистрации химических и физических параметров, и показывают возможные пути и способы попадания загрязнений в экосистемы и пищевые цепи. Тест-объекты помогают оценить воздействие веществ на живую природу и человека [3].

Для оценки экологического состояния природной среды на территории газоконденсатных месторождений был применен комплекс методов, включающий анализ химического состава почв и растений, а также биотестирование водных вытяжек из почв с использованием тест-объекта *Chlorella vulgaris*. Результаты демонстрируют, что данные биотестирования соответствуют содержанию загрязняющих веществ в почвах и растениях. Таким образом, подчеркнута важность биологических методов индикации при незначительных изменениях состояния окружающей среды в условиях газоконденсатных месторождений [18].

Показано, что тест-объект хлорелла может быть использован в качестве интегральных показателей при оценке экологического благополучия природной среды в районах нефтедобычи, что тест-объекты – инфузория *P. caudatum* и хлорелла *C. vulgaris* – могут быть приняты в качестве интегральных показателей при оценке экологического состояния водных объектов в районах нефтедобычи [1].

В Пермском крае проводятся исследования загрязнения среды нефтяными продуктами. Исследовали изучали сравнительную реакцию организмов разных трофических уровней на экспериментальное загрязнение нефтью нескольких типов почв, влияние водных вытяжек из нефтезагрязненных почв на *Chlorella vulgaris* и *Daphnia magna*. Представлены показатели допустимого содержания нефти и продуктов ее трансформации для подзолов иллювиально-железистых, дерново-подзолистых, торфяных болотных верховых почв Пермского края. Проведены эксперименты по фитотестированию, биотестированию качества водных вытяжек при дифференцированном нефтезагрязнении [2].

В материалах представлены результаты биотестирования снегового покрова в рамках проведения биодикционных исследований. Методом измерения ОП тест-культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) определена величина токсичности тестируемых талых вод [6].

Водоросли хлорелла широко используются в биотестировании нефтегазоносных территорий из-за их высокой чувствительности к загрязнителям и способности аккумулировать токсины. В целом биотестирование на водорослях хлорелле представляет собой эффективный способ контроля за состоянием водных экосистем и выявления потенциальных угроз для них.

Комбинированное использование результатов заданных экспериментов и полевых обследований на основе применения комплекса наблюдений, основанного на геохимических методах и биотестировании, позволяет ставить и решать задачи по выявлению последствий битумизации на природно-техногенную трансформацию малой реки в карстовых условиях.

Материал и методика

Для изучения техногенеза нами применялся методический комплекс, базирующийся на лабораторном эксперименте с дифференцированными дозами нефти и прямым отбором проб воды и донных отложений из реки Одиновская (рис. 1).

Экспериментальная часть исследования проведена в лаборатории экологии и охраны природы кафедры биогеоценологии и охраны природы географического факультета ПГНИУ.

В первую очередь было выполнено биотестирование посредством добавления нефти с месторождения. Затем проведен опыт по замеру относительного показателя замедленной флуоресценции. Для определения токсичности нефти с месторождения проводилось два эксперимента: измерение ОП(ОП) [9] и измерение относительного показателя замедленной флуоресценции (ОПЗФ) хлореллы [10]. Первый эксперимент осуществлялся с 02.02.2023 по 09.02.2023 (7 суток), второй – с 15.02.2023 по 20.02.2023 (5 суток). Измерение величины относительного показателя замедленной флуоресценции (ОПЗФ) проводили на 5-е и 7-е сутки эксперимента по измерению оптической плотности. Для проведения световой экспозиции проб с культурой водоросли хлорелла, помещенной во флаконы-реакторы, используется флуориметр Фотон-10. Анализ ОПЗФ позволяет учитывать фотосинтетическую активность клеток водоросли. Измерение ОПЗФ велось в соответствии с методикой измерения относительного показателя флуоресценции культуры водоросли хлорелла. Уменьшение ОПЗФ на 50 % и более или увеличение на 50 % и более после экспонирования суспензии водоросли в течение 1 часа по сравнению с контрольной средой является критерием токсичности воды.

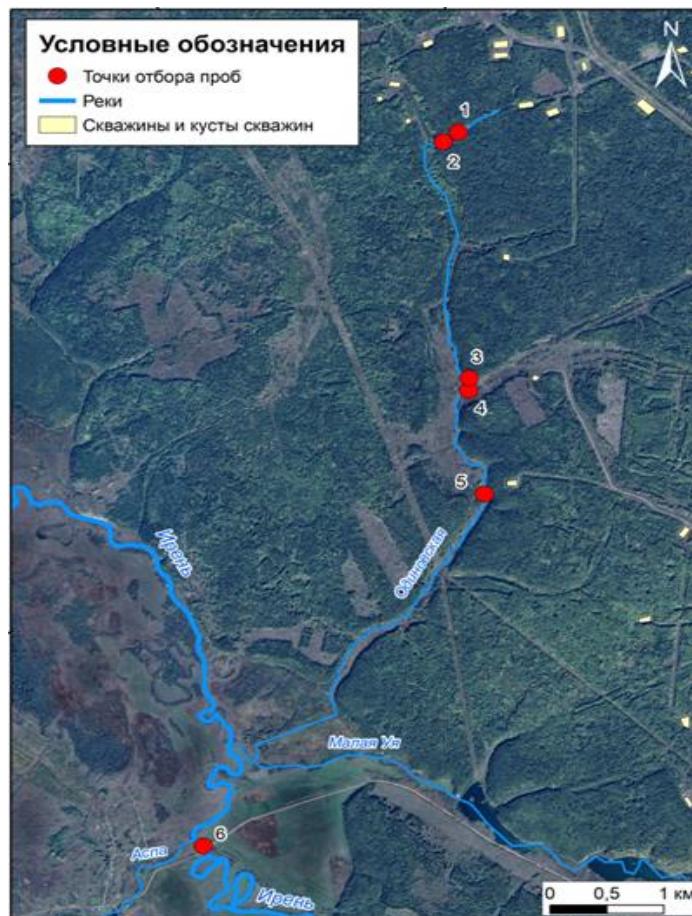
Река Одиновская относится к водосборному бассейну реки Ирень, является ее правым притоком. Длина реки составляет 6,6 км, она протекает по территории нефтяного месторождения, которое начало эксплуатироваться в 1965 г. Схема отбора проб воды и донных отложений представлена на рис. 2.

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.



Рис. 1. Методический комплекс по изучению техногенной битумизации

Fig. 1. Methodological complex for studying technogenic bituminization

Рис. 2. Схема отбора проб воды и донных отложений
Fig. 2. Scheme of water and bottom sediment sampling

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

Полевое обследование, проходившее на р. Одиновской, можно разделить на несколько этапов. На первом этапе проведено полевое исследование на р. Одиновской. Отобраны пробы воды и донных отложений (20.06.2023).

Определение содержания нефтепродуктов и общий химический анализ воды выполнены в лаборатории гидрогеохимического анализа ПГНИУ.

Определение содержания макро- и микроэлементов проводилось методом рентгенофлуоресцентного анализа на волнодисперсионном спектрометре «Спектроскан МАКС-Г» в лаборатории экологии и охраны природы ПГНИУ. Проводился количественный анализ по валовому содержанию в донных отложениях мг/кг: Sr, Pb, As, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, V, Ti согласно методике выполнения измерения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах рентгенофлуоресцентным методом [17].

Для оценки загрязненности донных отложений использовались три эталона: гигиенические нормативы (ПДК для почв), фоновое значение и кларки химических элементов. Наиболее применимыми для нашего диапазона измеряемых химических элементов являются кларки по Григорьеву Н.А. [7]. В качестве фонового значения взята проба № 6 из р. Ирень. Для сравнения использовались почвенные показатели фона [4].

По полученным результатам построены геохимические ряды (по абсолютным величинам, мг/кг). Также были рассчитаны коэффициент концентрации (КК) и коэффициент рассеяния (КР), геохимические ряды элементов [8].

Далее проведено биотестирование воды и донных отложений на водоросли *Chlorella Vulgaris*. Также определено содержание макро- и микроэлементов в донных отложениях.

Таблица 1
Table 1

Органолептические показатели проб воды
Organoleptic characteristics of water samples

№ пробы	Место отбора пробы	Запах
1	Пруд-приемник в истоке р. Одиновской, справа от дороги	Отчетливый запах сероводорода
2	Водоток, выходящий из пруда-приемника (1), после пруда в истоке	Отчетливый запах сероводорода
3	Среднее течение реки. Пруд рядом с урочищем Чураки	Отсутствует
4	Среднее течение. Пруд ниже по течению, рядом с урочищем Чураки	Отсутствует
5	Водоток. Среднее течение реки	Отсутствует
6	р. Ирень	Отсутствует

Для водных проб и донных отложений, отобранных на реках, использовали метод биотестирования поверхностных вод и донных отложений. Флаконы устанавливаются в культиватор КВМ-05. Замер ОП проводился через 20–22 часа после начала эксперимента в зависимости от прироста ОП в контроле, которая не должна превышать величину 0,180 и не должна быть ниже 0,120. Оптическая плотность замерялась в каждой пробирке.

Для статистической обработки полученных результатов выбрана программа Microsoft Excel 2010.

Результаты и обсуждение

Экспериментальная часть

Нефть месторождения средняя по плотности, вязкая, парафинистая, смолистая. Плотность ($\text{г}/\text{м}^3$) колеблется в пределах 0,643–0,822; вязкость ($\text{мПа}\cdot\text{s}$) – 1,37–3,21; парафин (%) – 2,58–6,93; содержание серы (%) – 0,63–2,71. Специфические свойства нефти (высокие плотность и вязкость) характеризуют особенности загрязнения [8].

Для определения токсичности нефти при проведении биотестирования в пробирки добавляли нефть дозами 1, 2, 3, 4, 5 и достигали концентрации 0–0,015 г/мл. Было необходимо выяснить, при каких концентрациях нефти она начинает негативно влиять на водоросль хлорелла.

В первой серии эксперимента по изменению ОП хлореллы (рис. 3) в пробах с дифференцированными дозами нефти спустя сутки происходит рост тест-культуры на 20 % и более, что является критерием существенности влияния.

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

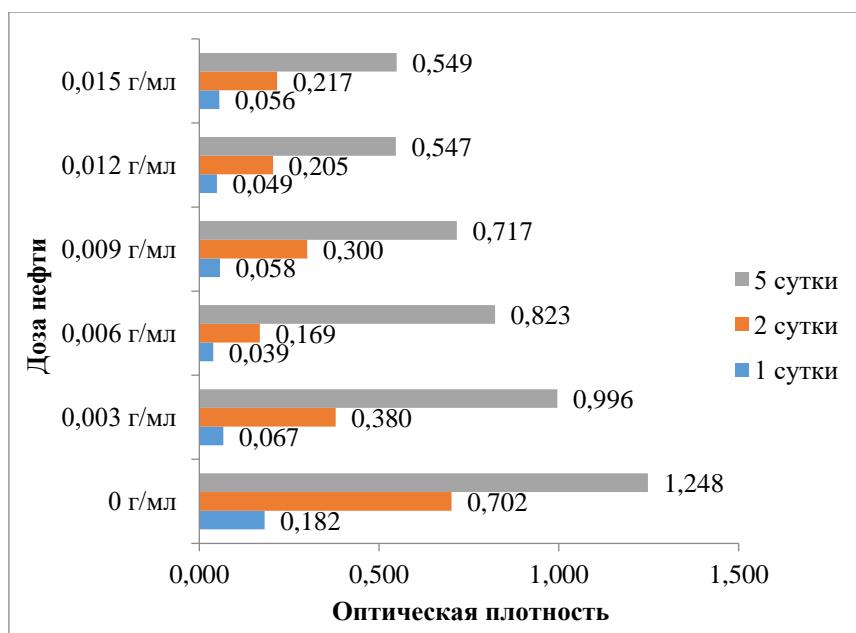


Рис. 3. Результаты по измерению оптической плотности (5 суток эксперимент)
Fig. 3. Optical density measurements (a 5-day experiment)

Во флаконах контрольных и при различных дозах нефти (рис. 3) ОП водоросли хлорелла увеличивается в течение 5 суток.

При увеличении длительности эксперимента до 6 суток по результатам измерения ОП во второй серии эксперимента (рис. 4) с увеличением дозы нефти в пробе происходит изменение ОП водоросли хлорелла.

В контрольной пробе (без нефти), в пробах 0,003, 0,006 г/мл ОП хлореллы достигает максимума на 4 сутки, в последующий период снижается.

В пробах с дозами выше, от 0,006 до 0,015 г/мл, максимальная плотность хлореллы отмечена на 6 сутки.

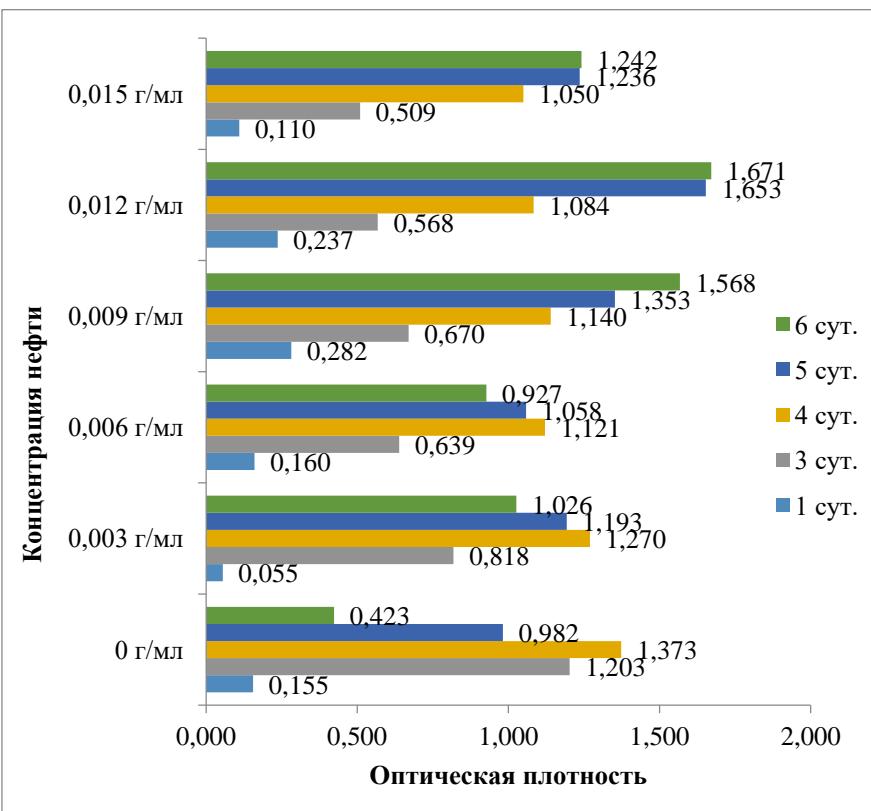


Рис. 4. Результаты по измерению для выявления токсичности нефти (6 суток эксперимент)
Fig. 4. Measurements to identify oil toxicity (a 6-day experiment)

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

В эксперименте без нефти (рис. 5) оптическая плотность водоросли хлорелла на 4–5-е сутки растет, а на 6-е сутки происходит уменьшение. На 7-е сутки прогнозируется достижение фоновых значений.

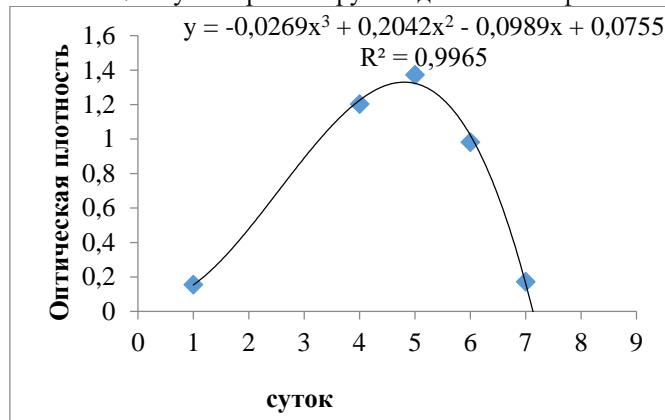


Рис. 5. Оптическая плотность водоросли хлорелла без внесения нефти
Fig. 5. Optical density of *Chlorella algae* without adding oil

При концентрациях нефти 0,003 г/мл (рис. 6) видим, что сначала наблюдается рост ОП, но после 6 суток наступает снижение ОП. На 8-е сутки прогнозируется достижение фоновых значений.

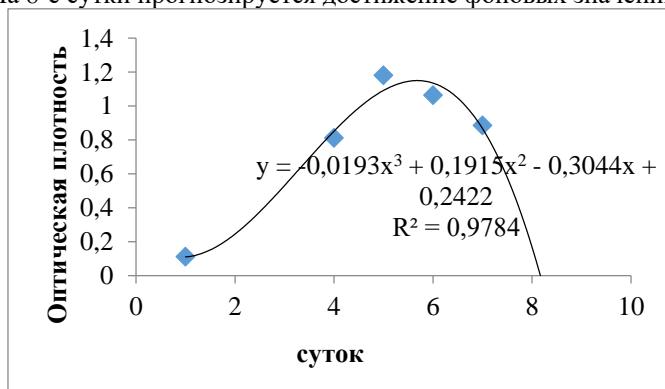


Рис. 6. Оптическая плотность водоросли хлорелла при концентрации нефти 0,003 г/мл
Fig. 6. Optical density of *Chlorella algae* at an oil concentration of 0.003 g/ml

При концентрациях нефти 0,006 г/мл (рис. 7) видим, что с начала эксперимента наблюдается рост ОП, после 6 суток эксперимента наступает спад ОП. На 9-е сутки прогнозируется уменьшение ОП и достижение фоновых значений.

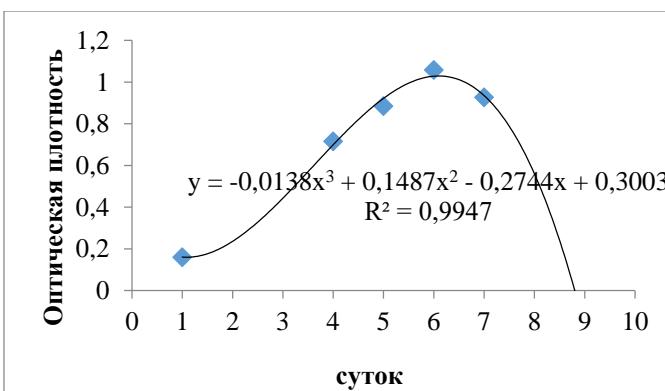


Рис. 7. Оптическая плотность водоросли хлорелла при концентрации нефти 0,006 г/мл
Fig. 7. Optical density of *Chlorella algae* at an oil concentration of 0.006 g/ml

При концентрациях нефти 0,009 г/мл (рис. 8) и выше происходит линейный рост ОП водоросли. Прогнозируется дальнейший прирост ОП. Такие изменения ОП хлореллы объясняются наличием питательных веществ на 7-е сутки, в качестве которых выступать в эксперименте может только нефть.

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

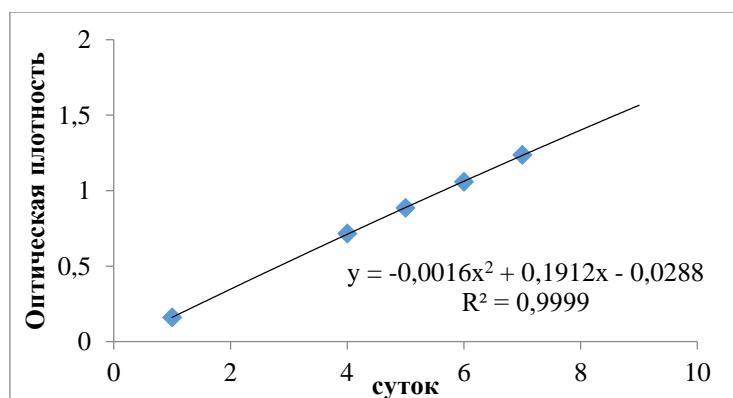


Рис. 8. Оптическая плотность водоросли хлорелла при концентрации нефти 0,009 г/мл
Fig. 8. Optical density of *Chlorella algae* at an oil concentration of 0.009 g/ml

По результатам эксперимента с измерением ОПЗФ (рис. 9) можно заключить, что увеличение дозы нефти вызывает рост показателя замедленной флуоресценции, а это свидетельствует о положительной прямой зависимости.

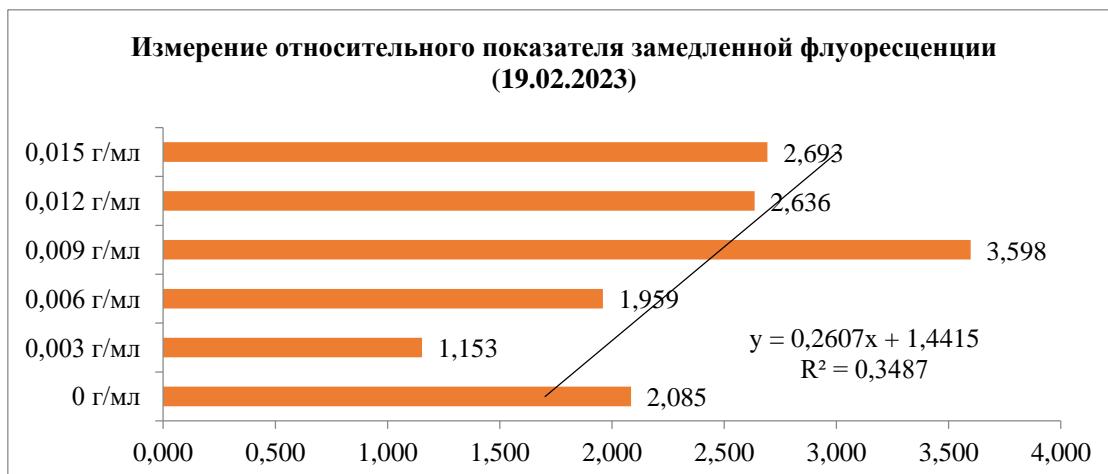


Рис. 9. Результаты измерений относительного показателя замедленной флуоресценции, 5-е сутки эксперимента
Fig. 9. Measurements of the relative index of delayed fluorescence, 5th day of the experiment

При этом на 5-е сутки эксперимента ОП хлореллы и ОПЗФ имеют обратную зависимость. Построен график зависимости ОП от относительного показателя замедленной флуоресценции 19.02.2023 (рис. 10).

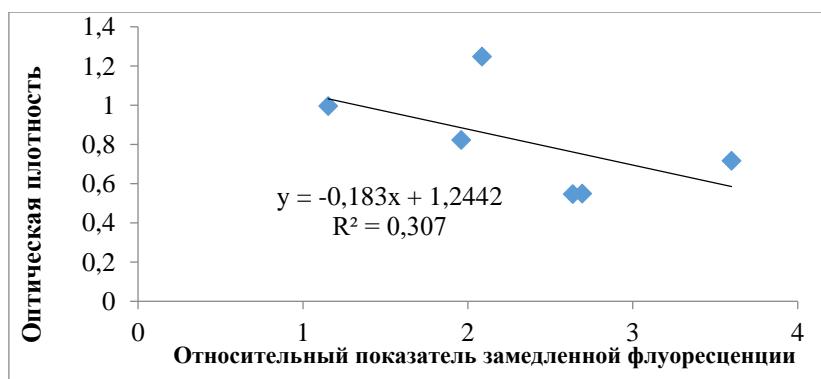


Рис. 10. Оптическая плотность и относительный показатель замедленной флуоресценции хлореллы, 5-е сутки эксперимента
Fig. 10. Optical density and relative index of delayed fluorescence of *Chlorella*, 5th day of the experiment

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

В эксперименте по измерению ОПЗФ при концентрациях нефти 0,006 г/мл и выше происходит уменьшение свечения на 50 % и более по сравнению с контролем, что является критерием существенного влияния. В эксперименте на 6-е сутки происходит выраженное снижение свечения у части проб на 50 %.

По результатам эксперимента измерения ОПЗФ (рис. 11.) установлено, что зависимость становится обратной на 6-е сутки между дозой нефти и ОПЗФ, то есть чем больше доза нефти, тем меньше ОПЗФ.

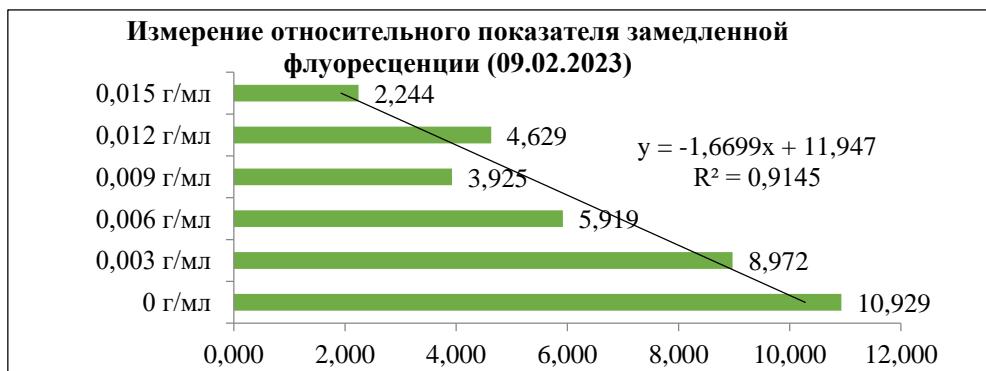


Рис. 11. Результаты измерений относительного показателя замедленной флуоресценции 09.02.2023, 6-е сутки после внесения нефти

Fig. 11. Measurements of the relative index of delayed fluorescence on 2 Sep 2023, 6th day after oil introduction

Также был построен график зависимости относительного показателя замедленной флуоресценции и ОП хлореллы 09.02.2023 (рис. 12). На 6-е сутки наблюдается обратная зависимость.

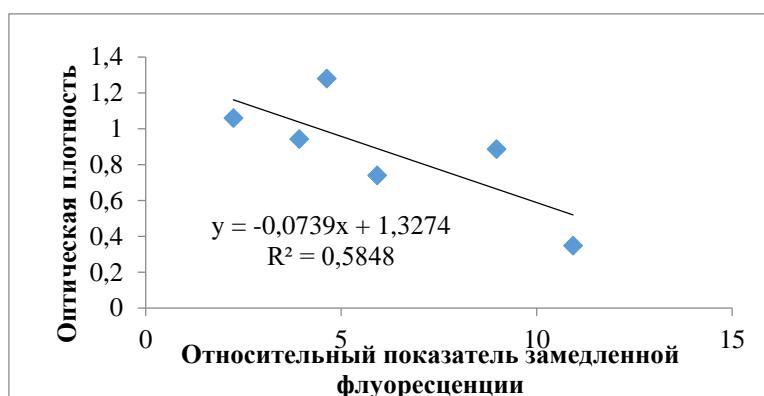


Рис. 12. Зависимость оптической плотности от относительного показателя замедленной флуоресценции 09.02.2023, 6-е сутки после внесения нефти

Fig. 12. Dependence of optical density on the relative index of delayed fluorescence 02 Sep 2023, 6th day after oil introduction

Эксперименты показывают, что увеличение дозы нефти положительно влияет на рост ОП и ОПЗФ хлореллы. Нефть является питательным субстратом. В замкнутых условиях лабораторной пробирки с течением времени происходит исчерпание питательных веществ (нефти), что приводит к снижению сначала ОПЗФ (фотосинтетической активности клеток), а затем и ОП хлореллы.

Полевое обследование

По результатам испытания на химический состав проб воды (табл. 2) выявлено превышение ПДК р.х. по хлорид-ионам в 17,2 раз (ПДК 300 мг/дм); ПДК р.х. по сульфат-ионам в 15,6 раз (ПДК 100 мг/дм); по концентрации сухого остатка в 11,1 раз (ПДК 1000 мг/дм); ПДК р.х. по нефтепродуктам в 7,4 раз (ПДК 0,05 мг/дм).

Таблица 2
Table 2

Химический состав воды пруда-приемника в истоке реки Одиновской
Chemical composition of water in the receiving pond at the source of the Odintovskaya River

Наименование показателя	Единица измерений	Результат
Водородный показатель	ед. pH	(7,0±0,2), Р=0,95
Аммоний	мг/дм ³	менее 0,5
Хлорид-ион	мг/дм ³	5176±518

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

Окончание табл. 2

Наименование показателя	Единица измерений	Результат
Сульфат-ион	мг/дм ³	1556±156
Нитрат-ион	мг/дм ³	менее 0,20
Массовая концентрация нитрит-ионов	мг/дм ³	0,0282±0,0056
Массовая концентрация фосфат-ионов	мг/дм ³	0,141±0,023
Массовая концентрация общего железа	мг/дм ³	менее 0,05
Массовая концентрация сухого остатка	мг/дм ³	(11112±778), Р=0,95
АПАВ	мг/дм ³	0,040±0,014
Массовая концентрация нефтепродуктов	мг/дм ³	(0,369±0,080), Р=0,95

Основной источник сульфатов в поверхностных водах происходит от процессов химического выветривания серосодержащих минералов, в частности гипса. Сухой остаток большей частью отражает общее содержание растворенных неорганических веществ в воде.

Характерно для эксплуатации нефтяного месторождения увеличение концентрации в водоемах хлоридов и нефтепродуктов. Более серьезные загрязнения обнаруживаются на старых месторождениях, которые находятся в стадии поддержания пластового давления.

В таблице 3 представлены результаты исследования по валовому содержанию химических элементов в донных отложениях рек Одиновской и Ирень.

Таблица 3
Table 3

Валовое содержание химических элементов в донных отложениях рек Одиновской и Ирень
Gross content of chemical elements in bottom sediments of the Odinovskaya and Iren rivers

№ пробы	Sr, мг/кг	Pb, мг/кг	As, мг/кг	Zn, мг/кг	Ni, мг/кг	Co, мг/кг	Fe, мг/кг	Mn, мг/кг	Cr, мг/кг	V, мг/кг	Ti, мг/кг
6 (фон)	85,74	17,86	7,05	71,20	84,18	45,67	64261,6	537,5	167,9	290,6	17835,9
1	135,38	16,18	14,05	16,25	7,34	27,39	37895,97	656,15	229,01	83,85	9278,51
2	38,90	13,55	12,71	12,70	26,05	107,77	7885,67	587,00	171,55	45,92	6793,05
3	144,73	26,01	17,26	41,90	20,82	29,47	8459,51	177,48	90,64	10,66	7098,78
4	334,03	45,43	11,25	36,85	18,11	48,43	9049,69	410,31	127,89	145,72	7802,56
5	232,12	68,20	14,91	30,82	21,86	48,92	18583,58	362,43	228,50	10,14	7643,62

В пруде-приемнике (п. 1), по сравнению с нижележащим прудом (п. 2), выражено накопление стронция, железа, хрома и ванадия. Группа элементов, состоящая из свинца, мышьяка, цинка, марганца и титана, также не так выражена, но имеет некоторый тренд к аккумуляции. Наоборот, никель и кобальт мигрируют ниже по течению реки без накопления в пруде-приемнике.

Составлены ряды химических элементов по валовому содержанию в донных отложениях рек Ирень и Одиновской по убыванию их концентрации в донных отложениях:

- 1: Fe>Ti>Mn>Cr>Sr>V>Co>Zn>Pb>As>Ni;
- 2: Fe>Ti>Mn>Cr>Co>V>Sr>Ni>Pb>As>Zn;
- 3: Fe>Ti>Mn>Sr>Cr >Zn>Co>Pb>Ni>As>V;
- 4: Fe>Ti>Mn>Sr>V>Cr>Co>Pb>Zn>Ni>As;
- 5: Fe>Ti>Mn>Sr>Cr>Pb>Co>Zn>As>Ni>V;
- 6: Fe>Ti>Mn>V>Cr>Sr>Ni>Zn>Co>Pb>As (Фон субрегиональный).

В донных отложениях всех проб в большей степени характерно преобладание макроэлементов Fe>Ti>Mn.

Донные осадки в пруде-приемнике истока р. Одиновской содержат такой геохимический ряд микроэлементов: Cr>Sr>V>Co>Zn>Pb>As>Ni.

Хром, стронций, кобальт занимают стабильное положение в геохимическом ряду.

Значение ванадия изменяется от первой позиции среди микроэлементов в пробах отложений р. Ирень до последней в среднем течении малой р. Одиновской. Положение цинка, свинца также довольно лабильно. Никель и мышьяк, как правило, занимают последние позиции.

Хром, никель и мышьяк относят к опасным элементам, которые часто присутствуют в нефти [4].

Были рассчитаны коэффициенты концентрации и рассеивания. По полученным результатам построены ряды накопления и рассеяния химических элементов.

Река Ирень. Субрегиональный фон (6 пробы),

KK=Ti_(4,6)>Co_(2,6)>V_(2,4)>Cr_(1,8)>Ni_(1,7)>Fe_(1,6)>As_(1,2)>Pb_(1,05);

KP=Zn_(1,05)>Mn_(1,4)>Sr_(3,1).

Техногенный пруд в истоке (1 пробы),

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

KK= As (2,5) > Cr (2,48) > Ti (2,37) > Co (1,6);

KP= Pb (1,05) > Fe (1,07) > Mn (1,17) > V (1,4) > Sr (1,9) > Zn (4,6) > Ni (6,8).

Выход из техногенного пруда в истоке (2 пробы),

KK= Co (6,3) > As (2,3) > Cr (1,9) > Ti (1,7);

KP= Pb (1,25) > Mn (1,3) > Ni (1,9) > V (2,6) > Fe (5,1) > Zn (5,9) > Sr (6,9).

Среднее течение (3 пробы),

KK= As (3,1) > Ti (1,8) > Co (1,7) > Pb (1,53);

KP= Cr (1,39) > Zn (1,78) > Sr (1,8) > Ni (2,4) > Mn (4,3) > Fe (4,8) > V (11,4).

Среднее течение (4 пробы),

KK= Co (2,8) > Pb (2,7) > As (2,1) > Ti (2,01) > Cr (1,39) > Sr (1,27);

KP= Mn (1,8) > Zn (2,03) > Ni (2,76) > Fe (4,5).

Нижнее течение (5 пробы),

KK= Pb (4,01) > Co (2,8) > As (2,6) > Cr (2,5) > Ti (1,9);

KP= Mn (2,2) > Zn (2,4) > Fe (4,7) > V (11,9).

Коэффициенты концентрации и рассеяния показывают, как характеризуется распространенность химических элементов в донных отложениях. Для фоновой пробы присущее рассеивание Mn и Sr, остальные исследуемые элементы аккумулируются, содержание Zn и Pb приближено к кларку. В 1–5 пробах аккумулируются As, Co и Ti, рассеиваются Zn и Mn.

В таблице 4 рассчитаны концентрации химических элементов в долях от регионального фонового значения в донных осадках р. Ирень.

Таблица 4
Table 4

Концентрации химических элементов в донных отложениях в р. Одиновской,

в долях от фонового значения, кларка, ПДК для почв

Concentrations of chemical elements in bottom sediments in the Odinovskaya River,
in fractions of the background value, clarke, MAC for soils

№ пробы	Концентрации химических элементов, в долях от фонового значения										
	Sr	Pb	As	Zn	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti
Фон (р. Ирень)											
1	1,58	0,91	1,99	0,23	0,09	0,60	0,59	1,22	1,36	0,29	0,52
2	0,45	0,76	1,80	0,18	0,31	2,36	0,12	1,09	1,02	0,16	0,38
3	1,69	1,46	2,45	0,59	0,25	0,65	0,13	0,33	0,54	0,04	0,40
4	3,90	2,54	1,60	0,52	0,22	1,06	0,14	0,76	0,76	0,50	0,44
5	2,71	3,82	2,11	0,43	0,26	1,07	0,29	0,67	1,36	0,03	0,43
Кларк по Н.А. Григорьеву											
1	0,50	0,98	2,51	0,22	0,15	1,61	0,93	0,85	2,49	0,69	2,38
2	0,14	0,80	2,27	0,17	0,52	6,34	0,19	0,76	1,86	0,38	1,74
3	0,54	1,53	3,08	0,56	0,42	1,73	0,21	0,23	0,99	0,09	1,82
4	1,24	2,67	2,01	0,49	0,36	2,85	0,22	0,53	1,39	1,20	2,00
5	0,86	4,01	2,66	0,41	0,44	2,88	0,46	0,47	2,48	0,08	1,96
ПДК											
1	-	0,51	7,03	-	-	-	-	0,44	-	0,56	-
2	-	0,42	6,36	-	-	-	-	0,39	-	0,31	-
3	-	0,81	8,63	-	-	-	-	0,12	-	0,07	-
4	-	1,42	5,63	-	-	-	-	0,27	-	0,97	-
5	-	2,13	7,46	-	-	-	-	0,24	-	0,07	-
Фон Кунгурской лесостепи (для почв)											
1	0,57	1,07	1,83	0,29	0,16	1,13	-	-	1,82	1,33	-
2	0,16	0,90	1,65	0,23	0,56	4,45	-	-	1,36	0,73	-
3	0,61	1,72	2,24	0,75	0,45	1,22	-	-	0,72	0,17	-
4	1,40	3,01	1,46	0,66	0,39	2,00	-	-	1,02	2,31	-
5	0,97	4,52	1,94	0,55	0,47	2,02	-	-	1,81	0,16	-

При анализе полученных данных и сравнении результатов с эталонами были выявлены наиболее серьезные отклонения от уровня фона в Ирени, кларка и ПДК фона в Кунгурской лесостепи для почв (табл. 4).

По сравнению с фоновым показателем (р. Ирень) отмечено превышение мышьяка, свинца и стронция в 1–2 раза.

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

По сравнению с кларком, по Григорьеву Н.А., наблюдается превышение кобальта, хрома, титана и мышьяка в 2–3 раза.

По сравнению с гигиеническими нормативами отмечается превышение мышьяка в 5–8 раз. В части проб есть повышенные концентрации свинца.

Сравнивая с местным фоновым показателем в Кунгурской лесостепи (для почв), отмечается превышение содержания, аккумуляция свинца, мышьяка, хрома и кобальта.

Наибольшей степенью превышения концентрации характеризуется мышьяк. Данный химический элемент включен в группу химических элементов первого класса опасности.

Биотестирование проводилось с водными пробами из р. Одиноской (1–5) и фоновой из р. Ирень (6 проба) (рис. 13).

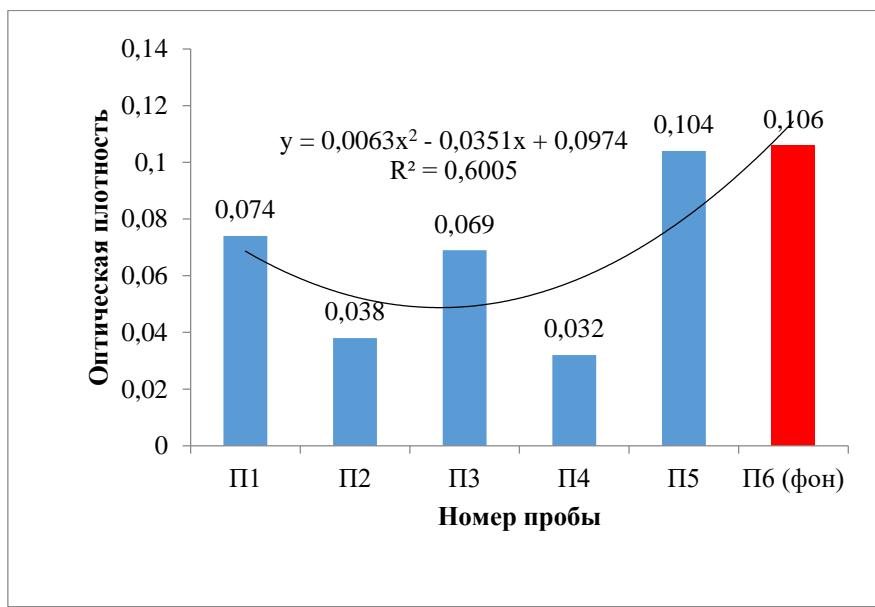


Рис. 13. Сравнение оптической плотности проб воды П1-П5 с фоновым показателем (П6)
Fig. 13. Comparison of the optical density of water samples P1-P5 with the background indicator (P6)

Исток реки представляет собой техногенный водоем. В верхнем и среднем течении малой реки наблюдается наименьшая по сравнению с этим прудом и р. Ирень ОП хлореллы. В нижнем течении (П5) водоток приобретает близкие к р. Ирени свойства.

По результатам биотестирования донных отложений (рис. 14) нужно констатировать, что аккумуляция углеводородов в осадках техногенного пруда (П1) позволяет увеличивать плотность хлореллы в водной вытяжке. Донные отложения в верхнем и среднем течении р. Одиноской являются более богатой питательной средой, чем водные пробы. В нижнем течении и в р. Ирень, наоборот, донные отложения заметно уступают в позитивном влиянии водам.

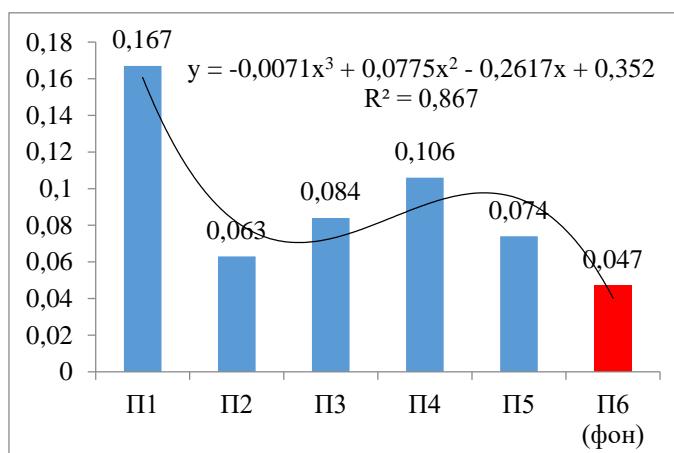


Рис. 14. Сравнение оптической плотности проб донных отложений 1–5 с фоновым показателем (П6)
Fig. 14. Comparison of the optical density of bottom sediment samples P1-5 with the background indicator (P6)

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

Можно предположить, что нефтепродукты и другие загрязняющие вещества, попадающие в реку, могут оседать из водотока в донные отложения. В исследованиях Хаматовой А.В. было проведено изучение р. Каменки, протекающей по территории нефтяного месторождения. В самом истоке реки показатель ОП наибольший – 0,104. По результатам биотестирования донных отложений в р. Каменке, при расчете процента отклонения значений ОП от контроля почти все пробы характеризуются снижением средней величины ОП [18, 19].

По данным многих исследований, в реках, впадающих в Ирень, в том числе в Каменку, отмечается высокое содержание нефтепродуктов. Для них характерно стабильное загрязнение поверхностных вод нефтепродуктами из-за активного развития нефтедобывающей отрасли. Согласно материалам научной экспедиции, в июле 2018 г. в 7 из 45 исследованных образцов воды было обнаружено содержание нефтепродуктов свыше 10,0 мг/дм³, в 3 образцах содержалось более 1 мг/дм³ и лишь в 4 образцах уровень нефтепродуктов не превышал ПДК. Концентрация нефтепродуктов снижается по мере движения от верховьев к устью реки [9].

Качество донных отложений на территории нефтяного месторождения прямо или косвенно связано с различными аспектами техногенеза, которые вносят изменения в экосистему. Водная среда и донные отложения истоков р. Одиновской обогащены нефтяной органикой, что, судя по лабораторным экспериментам, благоприятно оказывается на жизнедеятельности хлореллы.

Водная лотическая экосистема в естественных условиях в истоке и устье имеет более выраженную гетеротрофность за счет привнесенного органического вещества, а в среднем течении автотрофность. Эксперименты и полевые отборы с использованием хлореллы показали, что техногенные потоки углеводородов усиливают этот тренд в истоке, который отчасти превращен в лентическую экосистему.

Выводы

Из экспериментов следует, что увеличение дозы нефти положительно влияет как на рост оптической плотности, так и относительного показателя замедленной флуоресценции хлореллы, что свидетельствует о том, что нефтяные углеводороды являются питательным субстратом.

В замкнутых условиях эксперимента с течением времени происходит уменьшение количества питательных веществ, что приводит к снижению сначала фотосинтетической активности клеток, а затем и к снижению роста хлореллы.

В карстовом районе для эксплуатации нефтяного месторождения происходит увеличение концентрации в водоемах хлоридов и нефтепродуктов. Создаются условия для развития техногенной битумизации.

Изучение валового содержания химических элементов в донных отложениях малой реки выявило, что техногенная битумизация формирует геохимический ряд: Fe>Ti>Mn>Cr>Sr>V>Co>Zn>Pb>As>Ni.

Донные отложения в верхнем и среднем течении р. Одиновской являются более богатой питательной средой, чем водные пробы. В нижнем течении и в р. Ирень, наоборот, донные отложения заметно уступают в позитивном влиянии водам.

Эксперименты и полевые отборы с использованием хлореллы дают основание утверждать, что техногенные потоки углеводородов усиливают гетеротрофность экосистемы истока малой реки. Увеличение плотности хлореллы в пробах при тестировании часто может диагностировать техногенное органическое загрязнение.

Для более точного выявления техногенных процессов с помощью биотестирования хлореллы необходимо достоверно определить субрегиональные, региональные и местные (карстовые) фоновые параметры.

Библиографический список

1. Беднаржевский С.С., Захариков Е.С., Кузнецов Д.И., Мамедов Р.М., Пушкирев Н.С., Соколов В.А., Суздальцев В.А., Шевченко Н.Г. Экологическая оценка качества водных объектов в районах нефтедобычи методами биотестирования // Сибирский экологический журнал. 2009. Т. 16, № 3. С. 337–339. EDN: KKPAMR
2. Бузмаков С.А., Андреев Д.Н., Назаров А.В. и др. Разработка экологических критериев для допустимого содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25, № 9. С. 62–67. DOI: 10.18412/1816-0395-2021-9-62-67 EDN: YYDDOT
3. Валууллина А.М. Анализ наиболее популярных тест-объектов для биотестирования сточных и природных вод // Научно-практические исследования. 2020. № 8–2 (31). С. 8–10. EDN: GEZDXY
4. Дзюба Е.А. Определение местного фонового содержания некоторых макро- и микроэлементов в почвах Пермского края // Географический вестник. 2021. № 1 (56). С. 95–108. DOI: 10.17072/2079-7877-2021-1-95-108 EDN: UBAGAW
5. Дзюба Е.А. Природно-техногенное геохимическое районирование Пермского края // Географический вестник=Geographical Bulletin. № 3 (70). С. 139–151. DOI: 10.17072/2079-7877-2024-3-139-151 EDN: ISYVFO
6. Казаченко А.В., Васюк А.Е., Есякова О.А. Оценка состояния окружающей среды методом биотестирования // Дальневосточная весна – 2021: материалы 19-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности, Комсомольск-на-Амуре, 30–31 марта 2021 года. Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. С. 64–67. DOI: 10.17084/978-5-7765-1472-2_2021_64 EDN: REGAXN
7. Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2015. № 2. С. 7–17. EDN: UCGNHL
8. Касимов Н.С., Безбердая Л.А., Лычагин М.Ю., Ткаченко А.Н., Котвица М.А., Малыгин Е.В., Черникова О.В. Экогеохимия городов и рек Крыма (Труды Крымской комплексной экспедиции). М., 2022. Вып. 1. 384 с.

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

9. Килин Ю.А., Минькович И.И. Особенности нефтяного загрязнения подземных и поверхностных вод в карстовых районах юга Пермского края // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2021. Т. 41, № 4. С. 256–262. EDN: OALMQP
10. ПНДФ Т 14.1:2:3:4.10-04; Т 16.1:2:2.3:3.7-04. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer).
11. ПНД Ф Т 14.1:2:4.16-09; Т 16.1:2:3:3.14-09. Методика измерений относительного показателя замедленной флуоресценции культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления.
12. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: МГУ, 1998. 376 с.
13. Соромотин А.В., Кудрявцев А.А., Ефимова, А.А., Гертер О.В., Фефилов Н.Н. Фоновое содержание тяжелых металлов в воде малых рек Надым-Пурровского междуречья // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2019. № 2. С. 48–55. DOI: 10.31857/S0869-78092019248-55 EDN: TWTCHQ
14. Терехова В.А. Обзор о «весомости» биотических индексов в оценке экологического риска и нормировании // Экологическое нормирование, сертификация и паспортизация почв как научная основа рационального землепользования: междунауч.-практ. конф. 30 сентября – 01 октября 2010 года. М.: МАКС Пресс, 2010. С. 161–164. EDN: XRSGFZ
15. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы // Почвоведение. 2011. № 2. С. 190–198. EDN: NDJDRT
16. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. М., 2001. 304 с.
17. ФР.1.31.2011.09286 (М-049-П/10) Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв рентгенофлуоресцентным методом.
18. Хаматова А.В. Оценка качества вод и донных отложений р. Каменка методом биотестирования// Антропогенная трансформация природной среды. 2023. Т. 9, № 1. С. 54–64. DOI: 10.17072/2410-8553-2023-1-54-64 EDN: SGROUPQ
19. Хаматова А.В. Оценка техногенных изменений состояния экосистемы р. Каменка методом биотестирования с применением в качестве тест-объектов *Daphnia magna* Straus и *Chlorella vulgaris* Beijer // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды: материалы всероссийской научной конференции молодых ученых, посвященной памяти Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка, Пермь, 20–21 апреля 2023 года / под ред. С.А. Бузмакова. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2023. С. 522–526. EDN: PVOYLP
20. Ahamad M.I., Song J., Sun H., Wang X., Mehmood M.S., Sajid M., Su P., Khan A.J. Contamination Level, Ecological Risk, and Source Identification of Heavy Metals in the Hyporheic Zone of the Weihe River // China. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2020. No. 17 (3). P. 1070. DOI: 10.3390/ijerph17031070 EDN: GAUBIP
21. Bingari H.S., Gibson A., Teeuw R. Sorption modelling of crude oil-contaminated soils using a derived spectral index// Geoderma. 2024. Vol. 447. P. 116935. DOI: 10.1016/j.geoderma.2024.116935 EDN: NIWITK
22. Chen X., Gong X. Electrochemically fast preparation of superhydrophobic copper mesh for high-efficiency oil spill adsorption and oil-water separation// Journal of Hazardous Materials. 2024. Vol. 472. P. 134465. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2024.134465 EDN: UIKRQV
23. Kramer K.J., Botterweg J. Aquatic biological early warning systems: an overview // Bioindicators and environmental management. London: Academic Press, 1991. P. 95–126.
24. Liu H., Su G., Okere C.J., Wang X., Wu T., Zheng L., Li G., Cai Y. Working fluid-induced formation damage evaluation for commingled production of multi-layer natural gas reservoirs with flow rate method // Energy. 2022. Vol. 239. С. 122107. DOI: 10.1016/j.energy.2021.122107 EDN: SQTXAM
25. Li G., Wang L., Zhen Q., Zheng J. Petroleum induces soil water repellency and impedes the infiltration and evaporation processes in sandy soil// Journal of Hydrology. 2024. Vol. 643. P. 131990. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2024.131990 EDN: JIEXXD
26. Liwarska-Bizukojc E. Evaluation of Ecotoxicity of Wastewater from the Full-Scale Treatment Plants // Water, 2022. No. 14. P. 3345. DOI: 10.3390/w14203345 EDN: CPFFTF
27. Maxam G., Rila J.-P., Dott W., Eisentraeger A. Use bioassays for assessment of water-extractable ecotoxic potential of soil // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2000. No. 45. P. 240–246.
28. Pandard P., Devillers J., Charissou A.M., Poulsen V. Selecting a battery of bioassays for ecotoxicological characterization of wastes // Science of the total environment. 2006. Vol. 363. P. 114–125.
29. Storey M.V., Van der Gaag B., Burns B.P. Advances in on-line drinking water quality monitoring and early warning systems // Water Research. 2011. No. 45 (2). P. 741–747.
30. Wang B., Zhang H., Yang X., Tian T., Bai Zh. Facile construction of multifunctional bio-aerogel for efficient separation of surfactant-stabilized oil-in-water emulsions and co-existing organic pollutant // Journal of Hazardous Materials. 2024. Vol. 461. P. 132434. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2023.132434 EDN: VIYUSP

References

1. Bednarzhevsky S.S., Zakharikov E.S., Kuznetsov D.I., Mamedov R.M., Pushkarev N.S., Sokolov V.A., Suzdaltsev V.A., Shevchenko N.G. Ecological assessment of the quality of water bodies in oil production areas using biotesting methods // Siberian Ecological Journal, 2009. Vol. 16. No. 3. Pp. 337–339.
2. Buzmakov S.A., Andreev D.N., Nazarov A.V. et al. Development of environmental criteria for the permissible content of oil and its transformation products in soils of the Perm Territory // Ecology and Industry of Russia. 2021. Vol. 25. No. 9. Pp. 62–67. DOI 10.18412/1816-0395-2021-9-62-67.
3. Valiullina A. M. Analysis of the most popular test objects for biotesting of wastewater and natural waters // Scientific and practical research. 2020. No. 8-2 (31). Pp. 8-10.]
4. Dzyuba E. A. Determination of local background content of some macro- and microelements in soils of the Perm Territory // Geographical Bulletin. 2021. No. 1 (56). Pp. 95–108. DOI 10.17072/2079-7877-2021-1-95-108.
5. Dzyuba, E. A. Natural and technogenic geochemical zoning of the Perm Territory // Geographical Bulletin, (3 (70), 139–151. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2024-3-139-151>

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

6. Kazachenko A. V., Vasyuk A. E., Esyakova O. A. Assessment of the state of the environment by biotesting // Far Eastern Spring - 2021: Proceedings of the 19th International Scientific and Practical Conference on Ecology and Safety, Komsomolsk-on-Amur, March 30–31, 2021. Komsomolsk-on-Amur: Komsomolsk-on-Amur State University, 2021. Pp. 64–67. DOI 10.17084/978-5-7765-1472-2_2021_64.
7. Kasimov N.S., Vlasov D.V. Clarks of chemical elements as standards of comparison in ecogegeochemistry // Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography. 2015. No. 2.
8. Kasimov N.S., Bezberdaya L.A., Lychagin M.Yu., Tkachenko A.N., Kotvitsa M.A., Malygin E.V., Chernitsova O.V. Eco-geochemistry of cities and rivers of Crimea (Proceedings of the Crimean complex expedition. Issue 1). –M.: 2022. 384 p.].
9. Kilin Yu.A., Minkevich I.I. Features of oil pollution of ground and surface waters in karst areas of the south of Perm Krai // Geology and useful minerals of the Western Urals. 2021. Vol. 41. No. 4. Pp. 256–262.
10. PNDF T 14.1:2:3:4.10-04; T 16.1:2:2.3:3.7-04. Method for measuring the optical density of chlorella algae culture (*Chlorella vulgaris Beijer*)
11. PND FT T 14.1:2:4.16-09; T 16.1:2:3:3.14-09. Methodology for measuring the relative index of delayed fluorescence of the chlorella algae culture (*Chlorella vulgaris Beijer*) to determine the toxicity of drinking, fresh natural wastewater, aqueous extracts from soils, soils, sewage sludge, industrial and consumer waste.
12. Solntseva N.P. Oil production and geochemistry of natural landscapes. Moscow: Moscow State University. 1998. 376 p.
13. Soromotin A.V., Kudryavtsev A.A., Efimova, A.A., Gerter O.V., Fefilov N.N. Background content of heavy metals in the water of small rivers of the Nadym-Purovsky interfluvium // Geoecology, engineering geology, hydrogeology, geocryology, 2019. No. 2. P. 48-55.
14. Terekhova V. A. Review of the "weight" of biotic indices in environmental risk assessment and standardization // Environmental standardization, certification and passportization of soils as a scientific basis for rational land use: Int. scientific-practical. conf. September 30 - October 1, 2010. Moscow: MAKS Press, 2010. Pp. 161-164.
15. Terekhova V. A. Soil biotesting: approaches and problems // Soil science, 2011. No. 2. Pp. 190-198.
16. Fomin G. S., Fomin A. G. Soil. Quality control and environmental safety according to international standards. Moscow, 2001. 304 p.
17. FR.1.31.2011.09286 (M-049-P/10) Methodology for measuring the mass fraction of metals and metal oxides in powder soil samples using the X-ray fluorescence method.
18. Khamatova AV Assessment of the quality of waters and bottom sediments of the Kamenka River by the biotesting method // Anthropogenic transformation of the natural environment. 2023. Vol. 9, No. 1. Pp. 54-64.
19. Khamatova AV Assessment of technogenic changes in the state of the Kamenka River ecosystem by the biotesting method using *Daphnia magna* Straus and *Chlorella vulgaris Beijer* as test objects // Environmental safety in the context of anthropogenic transformation of the natural environment: Proceedings of the All-Russian scientific conference of young scientists dedicated to the memory of N.F. Reimers and F.R. Shtilmarka, Perm, April 20-21, 2023 / Edited by S.A. Buzmakov. Perm: Perm State National Research University, 2023. Pp. 522-526.
20. Ahamed, M.I., Song, J., Sun, H., Wang, X., Mahmood, M.S., Sajid, M., Su, P., Khan, A.J. Contamination Level, Ecological Risk, and Source Identification of Heavy Metals in the Hyporheic Zone of the Weihe River // China. Int. J. Environ. Res. Public Health, 2020. 17 (3), p. 1070. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031070>.
21. Bingari H.S., Gibson A., Teeuw R. Sorption modeling of crude oil-contaminated soils using a derived spectral index // Geoderma. 2024. T. 447. P. 116935.
22. Chen X., Gong X. Electrochemically fast preparation of superhydrophobic copper mesh for high-efficiency oil spill adsorption and oil-water separation// Journal of Hazardous Materials. 2024. T. 472. C. 134465.
23. Kramer K. J., Botterweg J. Aquatic biological early warning systems: an overview // Bioindicators and environmental management. London: Academic Press. 1991. P. 95-126.
24. Liu H., Su G., Okere C.J., Wang X., Wu T., Zheng L., Li G., Cai Y. Working fluid-induced formation damage evaluation for commingled production of multi-layer natural gas reservoirs with flow rate method// Energy. 2022. T. 239. C. 122107.
25. Li G., Wang L., Zhen Q., Zheng J. Petroleum induces soil water repellency and impedes the infiltration and evaporation processes in sandy soil// Journal of Hydrology. 2024. T. 643. C. 131990.
26. Liwarska-Bizukoje E. Evaluation of Ecotoxicity of Wastewater from the Full-Scale Treatment Plants // Water, 2022. №14. p. 3345.
27. Maxam G., Rila J.-P., Dott W. and Eisentraeger A. Use bioassays for assessment of water-extractable ecotoxic potential of soil // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2000. №45. P. 240-246.
28. Pandard P., Devillers J., Charissou A. M., Poulsen, V. Selecting a battery of bioassays for ecotoxicological characterization of wastes // Science of the total environment, vol. 363. 2006. P. 114–125.
29. Storey M. V., Van der Gaag, B., Burns, B. P. Advances in on-line drinking water quality monitoring and early warning systems // Water Research. 2011. 45(2), P. 741–747].
30. Wang B., Zhang H., Yang X., Tian T., Bai Zh. Facile construction of multifunctional bio-aerogel for efficient separation of surfactant-stabilized oil-in-water emulsions and co-existing organic pollutant // Journal of Hazardous Materials. 2024. T. 461. P. 132434.

Статья поступила в редакцию: 10.03.25, одобрена после рецензирования: 25.03.25, принята к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 10 March 2025; approved after review: 25 March 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Экология и природопользование
Бузмаков С.А., Черемных А.В.

Информация об авторах

Сергей Алексеевич Бузмаков

доктор географических наук, профессор,
заведующий кафедрой биогеоценологии
и охраны природы,
Пермский государственный национальный
исследовательский университет;
614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15

Information about the authors

Sergei A. Buzmakov

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head
of the Department of Biogeocenology and Environmental
Protection, Perm State University;
15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia

e-mail: lep@psu.ru

Анастасия Владимировна Черемных

Пермский государственный
национальный исследовательский университет;
614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15

Anastasia V. Cheremnykh

Perm State University;
15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia

Вклад авторов

Бузмаков С.А. – идея, организация полевых работ, постановка задач исследования, анализ данных, подготовка рукописи статьи.

Черемных А.В. – проведение полевых работ и лабораторных экспериментов, анализ данных.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

Sergei A. Buzmakov – the idea; formulation of research objectives; data analysis; preparation of the manuscript.

Anastasia V. Cheremnykh – field work and laboratory experiments; data analysis.

The authors declare no conflict of interest.

Экология и природопользование
Шамшурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

Научная статья

УДК 631.43.539.16

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-143-164

EDN: LUPGCI



**РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ
ПОЙМ И ВОДЫ РЕК ТЕЧИ И ИСЕТИ ЦЕЗИЕМ-137**

**Евгения Николаевна Шамшурина¹, Анна Александровна Куракова², Алексей Владимирович Коноплев³,
Валентин Николаевич Голосов⁴**

¹⁻⁴ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

¹ shamshyr@mail.ru, RSCI Author ID: 99298, Scopus Author ID: 36169956400, ORCID: 0000-0002-6842-5115

² a.a.kurakova@mail.ru, RSCI Author ID: 1037958, Scopus Author ID: 57221853144, ORCID: 0000-0003-0234-6454

³ alexeikonoplev@gmail.com, RSCI Author ID: 66161, Scopus Author ID: 16689494800, ORCID: 0000-0002-9930-8739

⁴ golossov@gmail.com, RSCI Author ID: 58855, Scopus Author ID: 7003600463, ORCID: 0000-0002-4351-8323

Аннотация. В статье представлен анализ данных из литературных источников и данных мониторинга Росгидромета по радиоактивному загрязнению ^{137}Cs пойменных территорий и вод рек Течи и Исети, являющихся частью Обь-Иртышского бассейна. Детально рассматриваются последствия сбросов радиоактивных отходов в реку Течу (1949–1951 гг) и аварии резервуара с высокоактивными жидкими радиоактивными отходами на производственном объединении «Маяк». Проведенный анализ выявил существенные различия в распределении радиоактивного ^{137}Cs между реками: наблюдается снижение объемной активности ^{137}Cs вниз по течению р. Течи, в то время как в р. Исети уровни загрязнения остаются относительно стабильными на разных участках. Источниками вторичного загрязнения вод р. Течи являются участки загрязненной поймы, так как несмотря на прошедшие десятилетия, составляющие более 2 периодов полураспада ^{137}Cs ($T_{1/2}=30,2$ года), уровни загрязнения на некоторых участках поймы исследуемых рек остаются высокими. Отмечено, что при сборе и анализе данных по накоплению, аккумуляции и распределению радиоцезия в пойменных ландшафтах массово не использовались методологические подходы, развитые в геоморфологии и ландшафтovedении. Во-первых, практически нет данных по гидрологическим аспектам: не проводился анализ стока воды и наносов, их сезонных и многолетних колебаний. Во-вторых, при обследовании долин рек Течи и Исети во многих работах отсутствовала точная топографическая привязка мест отбора проб, в связи с отсутствием картографической основы надлежащего качества и низкой точности GPS оборудования в тот момент, а послойный отбор образцов из пойменных отложений как правило осуществлялся с большим шагом в 5 см. Эти недостатки, связанные с техническими возможностями на момент массовых исследований в пойме р. Течи, несколько ограничивают возможности корректной интерпретации полученных результатов оценок процессов горизонтальной миграции и перераспределения радионуклидов на разных расстояниях от основных зон загрязнения.

Ключевые слова: латеральная миграция, аккумуляция, техногенные аварии, цезий-137, пойма.

Финансирование. результаты получены при финансовой поддержке проекта Правительства Российской Федерации, реализуемого в рамках соглашения №075-15-2025-008 от 27.02.2025 г.

Для цитирования: Шамшурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н. Радиоактивное загрязнение пойм и воды рек Течи и Исети цезием-137 // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С.143–164 DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-143-164. EDN: LUPGCI

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-143-164

EDN: LUPGCI

**RADIOACTIVE CONTAMINATION BY CESIUM-137
OF FLOODPLAINS AND WATER OF THE TECHA AND ISET RIVERS**

Evgenia N. Shamshurina¹, Anna A. Kurakova², Alexey V. Konoplev³, Valentin N. Golosov⁴

¹⁻⁴ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

¹ shamshyr@mail.ru, RSCI Author ID: 99298, Scopus Author ID: 36169956400, ORCID: 0000-0002-6842-5115

² a.a.kurakova@mail.ru, RSCI Author ID: 1037958, Scopus Author ID: 57221853144, ORCID: 0000-0003-0234-6454

³ alexeikonoplev@gmail.com, RSCI Author ID: 66161, Scopus Author ID: 16689494800, ORCID: 0000-0002-9930-8739

⁴ golossov@gmail.com, RSCI Author ID: 58855, Scopus Author ID: 7003600463, ORCID: 0000-0002-4351-8323



© 2025 Шамшурина Е. Н., Куракова А. А., Коноплев А. В., Голосов В. Н. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, перейдите по ссылке <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Экология и природопользование
Шамшуриной Е.Н., Кураковой А.А., Коноплевой А.В., Голосовым В.Н.

Abstract. The article presents an analysis of data from literature sources and actual data from Roshydromet on radioactive contamination with ^{137}Cs of floodplain territories and waters of the Techa and Iset rivers, which are part of the Ob-Irtysh basin. The consequences of radioactive waste discharges into the Techa River (1949–1951) and the accident at the reservoir containing high-level liquid radioactive waste at the Mayak Production Association (PO Mayak) are examined in detail.

The analysis revealed significant differences in the distribution of radioactive ^{137}Cs between the rivers: there is a decrease in the volumetric activity of ^{137}Cs downstream of the Techa River, while in the Iset River contamination levels remain relatively stable in different sections. The sources of secondary contamination of the Techa River waters are sections of the contaminated floodplain since, despite the decades that have passed (this period exceeding more than 2 half-lives of ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30.2$ years)), contamination levels in some sections of the floodplain of the studied rivers remain high.

It is noted that methodological approaches developed in geomorphology and landscape science were not widely used when collecting and analyzing data on the accumulation, accretion, and distribution of radiocesium in the floodplain landscapes. Firstly, there was insufficient attention to hydrological aspects: there was no detailed analysis of water and sediment runoff, of the seasonal and long-term fluctuations. Secondly, when surveying the valleys of the Techa and Iset rivers, many studies lacked precise topographic referencing of sampling locations due to the absence of a cartographic base of appropriate quality and the low accuracy of GPS equipment at that time. Layer-by-layer sampling of floodplain deposits was typically carried out with a large step of 5 cm. These shortcomings, associated with technical capabilities at the time of mass studies in the Techa River floodplain, significantly limit the possibilities for correct interpretation of the results of assessments of horizontal migration processes and redistribution of radionuclides at different distances from the main contamination zones.

Keywords: lateral migration, accumulation, man-made accidents, ^{137}Cs , floodplain

Funding: this work was supported by a grant from the Government of the Russian Federation (agreement No. 075-15-2025-008 of 27 February 2025).

For citation: Shamshurina, E.N., Kurakova, A.A., Konoplev, A.V., Golosov, V.N. (2025). Radioactive contamination by cesium-137 of floodplains and water of the Techa and Iset rivers. *Geographical Bulletin*. No.3(74). Pp.143–164. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-143-164. EDN: LUPGCI

Введение

Техногенные аварии на объектах, связанных с ядерной энергетикой, включая её производство и последующую переработку отходов, являются одними из наиболее значимых по масштабам и пространственному охвату. К их числу в первую очередь относятся аварии на Чернобыльской атомной электростанции (АЭС) в апреле 1986 г. и на АЭС Фукусима-дайити в марте 2011 г. [60, 20]. В этом же ряду стоит авария на производственном объединении (ПО) «Маяк» в сентябре 1957 г., вследствие которой сформировался Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), затронувший западную часть Обь-Иртышского речного бассейна (ОИБ) [6]. Также с деятельностью данного предприятия связано загрязнение р. Течи, в которую осуществлялся сброс низко- и среднеактивных жидких радиоактивных отходов ПО «Маяк». Помимо этого, в бассейне р. Обь есть ещё ряд источников поступления техногенных радионуклидов в постоянные водотоки, возникших в результате аварийных ситуаций и регулярных сбросов на предприятиях ядерно-топливного цикла (ЯТЦ), проведения атмосферных и подземных ядерных взрывов [58].

В водах, донных отложениях и пойменных почвах Обь-Иртышского речного бассейна содержатся значительные количества радиоактивного ^{137}Cs , о чем свидетельствует «Обская зона повышенной активности ^{137}Cs », где за счет перепада температуры, изменения химического состава вод и скорости течения образовался геохимический барьер, приводящий к депонированию ^{137}Cs [32, 47].

Радионуклиды, содержащиеся в воздухе, воде, почве, донных отложениях, растениях, являются источником внутреннего и внешнего облучения человека. К настоящему времени, после того как распалась большая часть короткоживущих радионуклидов, основную роль в облучении человека и биоты на территории ОИБ играют ^{137}Cs и ^{90}Sr с периодом полураспада около 30 лет.

Наиболее загрязненным участком ОИБ является речная система р. Исети, которая сама протекает в пределах ВУРСа, и в которую впадают более мелкие реки с ВУРСа и Карабаевского следа, а также р. Теча, сильно загрязненная в результате сбросов радиоактивных отходов ПО «МАЯК».

В статье проведено обобщение результатов исследований по оценке латеральной миграции ^{137}Cs в бассейне р. Исети вплоть до впадения её в р. Тобол и его переотложения на поймах рек бассейна, дан их критический анализ.

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

Объект исследования

Источники радиоактивного загрязнения ^{137}Cs на территории ОИБ

Основными источниками поступления ^{137}Cs на территории РФ являются:

- Глобальные атмосферные выпадения в результате испытаний ядерного оружия в атмосфере, проводившиеся в 1945–1991 гг ядерными державами. Общее мировое поступление ^{137}Cs в стратосферу за счет проведенных ядерных испытаний равно примерно 960 ПБк. Наиболее интенсивные выпадения следовали с некоторым отставанием во времени от моментов взрыва в атмосфере. Начало значимых выпадений ^{137}Cs можно отнести к 1954 г, затем в северном полушарии наблюдаются два пика: меньший – 1957–1959 гг., максимальный – 1963 г. [48, 62]. После 1964 г. интенсивность выпадений быстро убывала как результат подписания США, СССР и Соединенным Королевством Договора о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой (Москва, 1963 г) и с 1971 г. стабилизировалась на приблизительно одном уровне. В настоящее время за содержанием радионуклидов в приземной атмосфере и в атмосферных выпадениях регулярно ведутся наблюдения на стационарных и мобильных пунктах, входящих в систему радиационного мониторинга Росгидромета.

- Аварийные выбросы радионуклидов в результате подземных ядерных взрывов в рамках госпрограммы СССР «Ядерные взрывы для Народного хозяйства».

- Радиоактивные отходы с относительно небольшой удельной активностью в режиме строго контролируемого поступления в биосферу: сброс жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в специальные водоемы, захоронение в грунт, выброс через вентиляционные заводские системы в атмосферу.

- Выбросы в атмосферу и сбросы в гидросферу в результате аварийных ситуаций на объектах ЯТЦ, АЭС и пр.

На 2000 год суммарный запас ^{137}Cs на территории России оценивался в $5,66 \cdot 10^{16}$ Бк (1,53 млн. Ки), из которых 58 % приходится на глобальное загрязнение, 38 % является следствием выпадений в результате аварии на ЧАЭС, 3,6 % – следствием аварии и инцидентов в районе НПО "Маяк", 0,4 % – следствием сбросов жидких радиоактивных отходов Красноярским ГХК в р. Енисей, прочие источники – менее 0,1 % [39].

Существенный вклад в радиоактивное загрязнение территории Западной Сибири и непосредственно водосборной территории ОИБ вносили и вносят многочисленные источники, представленные на рис. 1.

Некоторые из данных источников радиоактивных выбросов и сбросов расположены вне водосборной площади ОИБ (полигоны Новая Земля, Тоцкий, Лобнор), однако вероятность дальних и трансграничных переносов загрязняющих веществ высокая. Анализ архивных данных о метеообстановке при проведении атмосферных ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне обнаружил, что для 13 был характерен северо-восточный и восточный перенос воздушных масс на территорию непосредственно премыкающую к истоку р.Иртыш [31].

Основной вклад в загрязнение компонентов экосистемы ОИБ (воздух, вода, донные осадки, почва, растения) вносят промышленные и аварийные выбросы радионуклидов с предприятий ЯТЦ. В ходе исполнения советского «Атомного проекта» по созданию атомного оружия в середине XX века в непосредственной близости к истоку реки Течи было создано предприятие – ПО «Маяк». Здесь в период с 1949 по 1967 годы по разным причинам произошли три события, которые привели к масштабному радиоактивному загрязнению территории, прилегающей к предприятию, а также территории, располагающейся к северо-востоку от ПО «Маяк» (рис. 2А). Также вторичному радиоактивному загрязнению были подвержены днища долин рек, притоков р. Тобол, впадающих в него с запада, по которым радионуклиды распространялись совместно со стоком воды и наносов.

Во-первых, в период с 1949 по 1951 год применялись упрощенные схемы обращения с радиоактивными отходами в условиях острого дефицита ресурсов, времени и информации о влиянии радиоактивности на биоту. В связи с этим низкоактивные и среднеактивные ЖРО сливались непосредственно в верхнем течении р. Течи, что привело к загрязнению воды, донных отложений и пойменных почв по всему днищу долин р. Теча и р. Исети (ниже по течению от впадения р. Течи) (рис. 2Б). В 1956 году, в 12 км ниже точки сброса ЖРО русло реки Течи было перекрыто земляной плотиной и был создан водоем В-10, а в 1964–1965 гг. ниже по течению реки был сооружен еще один непроточный водоем – В-11. С этого момента времени в верховьях р. Течи эксплуатируется сложная гидротехническая система, включающая четыре водоема, ограждающие дамбы и обводные каналы, которая получила название Теченского каскада водоемов (ТКВ).

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

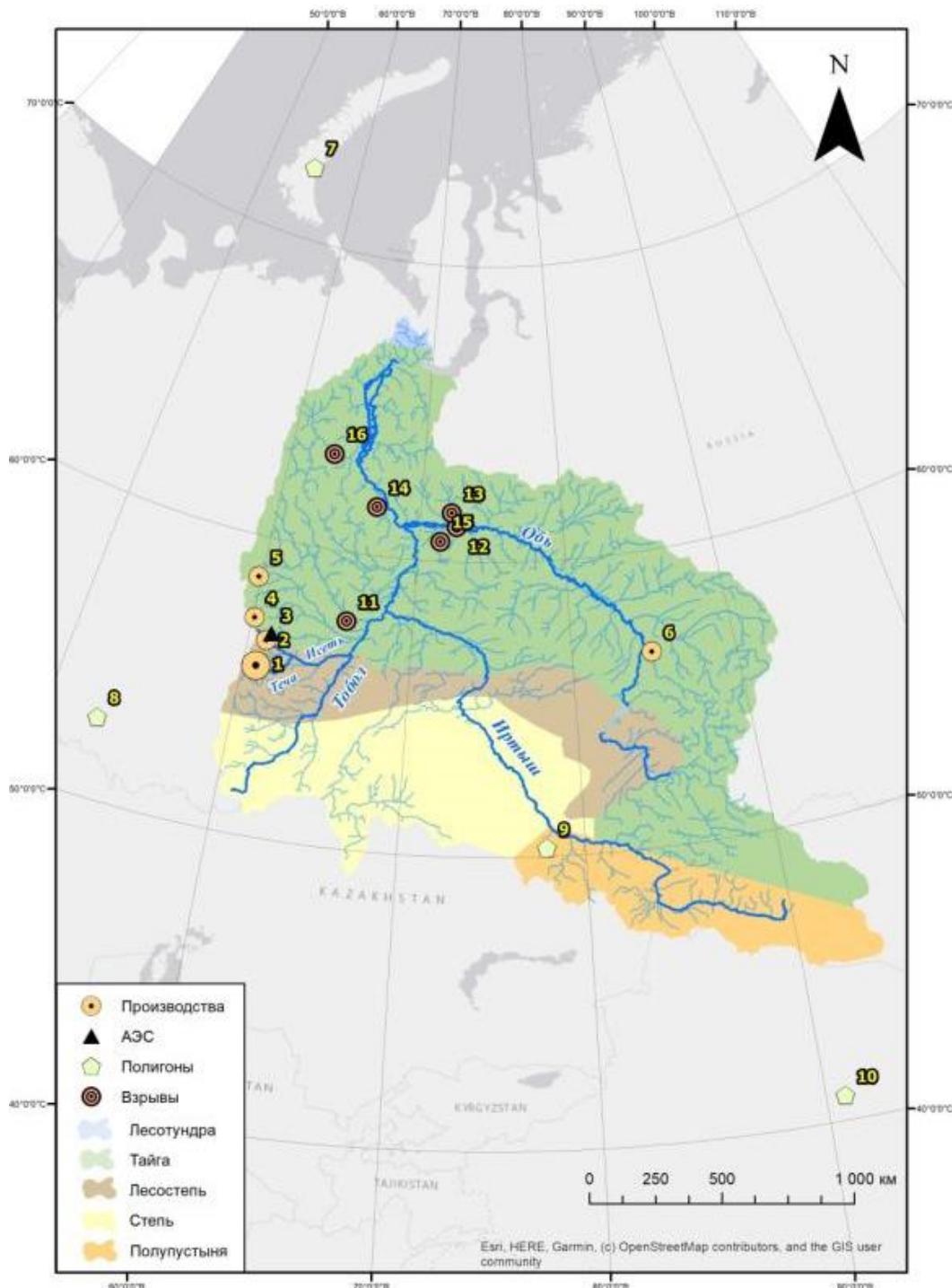


Рис. 1. Карта источников радиоактивного загрязнения ОИБ:

1 – ПО «Маяк», 2 – АО «Ключевский завод ферросплавов», 3 – Белоярская атомная электростанция,
 4 – АО «Уральский электрохимический комбинат», 5 – ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор»,
 6 – АО «Сибирский химический комбинат»; 7 – Новоземельский полигон, 8 – Тотский полигон,
 9 – Семипалатинский полигон, 10 – полигон Лобнор; Мирные ядерные взрывы: 11 – «Тавда»,
 12 – «Бензол», 13 – «Кварц-3», 14 – «Ангара», 15 – «Кимберлит-1», 16 – «Кратон-1» [16, 20, 21]

Fig. 1. Map of radioactive contamination sources in the Ob-Irtysh basin:

1 – PO Mayak, 2 – Klyuchevsky Ferroalloy Plant AO (JSC), 3 – Beloyarskaya Atomic Power Plant,
 4 – Ural Electrochemical Combine AO (JSC), 5 – Combine 'Elektrokhimpribor',
 6 – Siberian Chemical Combine AO (JSC); 7 – Novozemelsk test site, 8 – Totsky test site,
 9 – Semipalatinsk test site, 10 – Lobnor test site; Peaceful nuclear explosions: 11 – Tavda,
 12 – Benzol, 13 – Quartz-3, 14 – Angara, 15 – Kimberlite-1, 16 – Kraton-1 [16, 20, 21].

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

За первые несколько лет работы ПО «Маяк» и сбросов ЖРО в речную сеть сформировалось радиоактивное загрязнение ^{137}Cs поймы р. Течи, и в дальнейшем радиационная обстановка р. Течи (и в целом речной системы Теча–Исеть) определялась именно этими сбросами ЖРО. В литературе встречаются достаточно противоречивые данные об уровнях радиоактивного загрязнения территорий в верхнем течении р. Течи, однако они были очень высокие. Например, по данным российско-норвежского проекта по оценке радиационной обстановки в пойме р. Течи в 1994–1996 гг. [63], плотность радиоактивного загрязнения ^{137}Cs локально достигала критично высоких показателей (свыше 15000 Ки/км²) на некоторых участках (Асановские болота, выше впадения р. Зюзелга в р. Течу). Однако, на картах загрязнения ^{137}Cs этой территории, на данном участке отмечаются уровни загрязнения 70–150 Ки/км² [2]. Основное загрязнение поймы Течи было сформировано в 1951 году в результате аномально-высокого половодья. За этот период было сброшено $76 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ отходов общей радиоактивностью 10^{17} Бк , среди которых ^{137}Cs составлял 12,2 % [19]. Это стало причиной создания санитарно-защитной зоны площадью около 8,8 тыс. га вдоль р. Течи, что привело к запретам на хозяйственную деятельность и выводу из использования более 5 тыс. га земель.

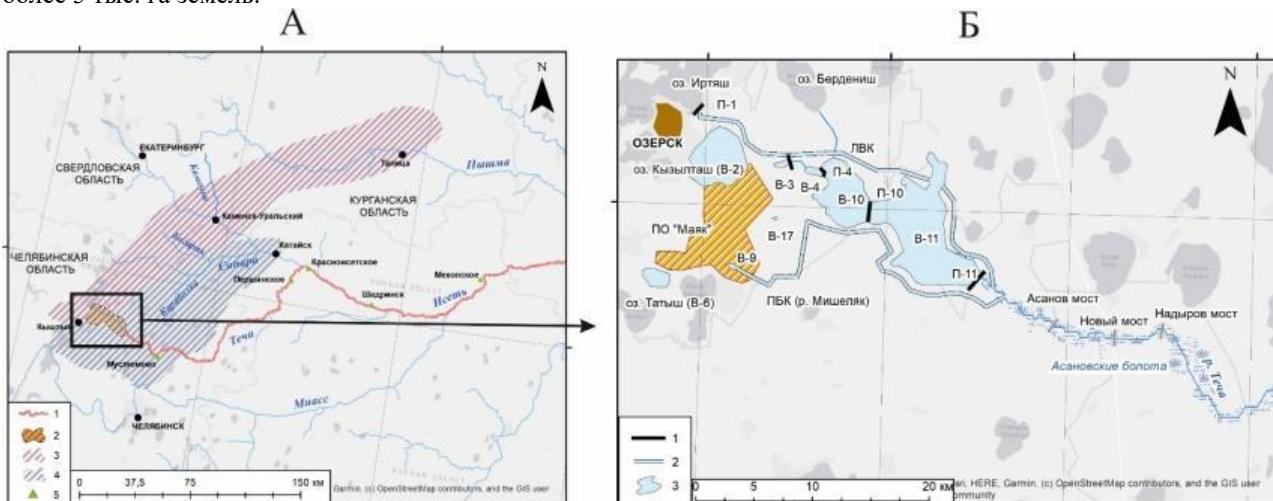


Рис. 2. А – Схема радиоактивного загрязнения в результате деятельности и аварий на ПО Маяк [2]:
 1 – загрязнённое днище долин рек Теча и Исеть, 2 – ПО «Маяк», 3 – ВУРС, 4 – «Карачаевский» след,
 5 – пункты мониторинговых наблюдений за содержанием ^{137}Cs в воде;

Б – Схема расположения гидротехнических сооружений ПО «Маяк» и прилегающая территория:
 1 – плотины ТКВ, 2 – каналы (ЛВК – левобережный канал, ПБК – правобережный канал), 3 – водоемы ТКВ
 Fig. 2. A – Scheme of soil radioactive contamination as a result of activities and accidents at the PO Mayak [2]:
 1 – contaminated bottom of the Techa and Iset river valleys, 2 – PO Mayak, 3 – East Urals Radioactive Trace (EURT),
 4 – Karachay trace, 5 – monitoring points for ^{137}Cs content in water;

Б – Schematic plan of water engineering installations at the PO Mayak and peripheral area:
 1 – dams at the Techa's reservoirs cascade, 2 – canals (ЛВК – left-bank canal, ПБК – right-bank canal), 3 – reservoirs of the Techa's reservoirs cascade

Второе событие – так называемая «Кыштымская авария», когда 29 сентября 1957 г. взорвалась одна из емкостей для хранения высокоактивных отходов (80 т. жидких отходов с общей радиоактивностью 20 МКи). 90 % отходов (18 МКи) осело на территории промплощадки ПО Маяк, где плотность загрязнения составляла от 4000 Ки/км², а 10 % было поднято в воздух на высоту до 1 км. Подхваченное ветром облако перемещалось в северо-восточном направлении, выпадающие из него осадки сформировали радиоактивно загрязненную полосу длиной 300 км и шириной 30–50 км, получившее название Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) (рис. 2А). Благодаря сложившейся метеообстановке, радиоактивное облако не затронуло крупные населенные пункты городского типа. На наиболее загрязненной территории в 1966 году был организован Восточно-Уральский государственный заповедник.

В зоне ВУРСа прекратили существование 12 колхозов, из пользования которых было выведено более 28 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в том числе: пашни – около 19 тыс. га, пастбищ – почти 3 тыс. га, сенокосов – более 5 тыс. га. Санитарно-охранная зона ВУРСа занимала около 59 тыс. га, из этой площади уже к 1982 году было возвращено в хозяйственный оборот более 80 % [14, 55].

Третье событие произошло весной 1967 года – ветровой перенос радиоактивной пыли с озера Карабай в результате необычных для данного климата погодных условий: низкое количество атмосферных осадков в течение зимы 1966–1967 гг.; ранняя и сухая весна; сильные порывистые ветра. В озере Карабай было аккумулировано около 120 млн Ки активности, из которых 60 % приходилось на запас ^{137}Cs (60 %) и (40 %) – ^{90}Sr . В связи с резким понижением уровня воды в водоёме Карабай произошло оголение береговой полосы озера и вовлечение в пыле-

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

образование радиоактивных донных отложений. Суммарная активность выброшенных в атмосферу радионуклидов оценивалась величиной 0,6 МКи (48 % приходилось на ^{137}Cs), а площадь загрязнения составила 2700 км² (вне производственной территории ПО «Маяк») (рис. 2А) [46, 43].

Общая площадь зоны радиоактивного загрязнения в результате деятельности ПО «Маяк» в границе 7,4 кБк/м² (0,2 КИ/км²) по ^{137}Cs составила 10170 км² [49] (рис. 2А).

Содержащаяся в «Отчете по экологической безопасности ПО «Маяк»» за 2021 года информация [42] указывает на то, что регулируемые промышленные выбросы радионуклидов в атмосферу происходили с момента запуска предприятия и продолжаются до сих пор. В настоящее время нормативы допустимых выбросов (ДВ) в атмосферу по ^{137}Cs составляют $5,70 \cdot 10^{10}$ Бк/год. Фактические выбросы радиоактивных веществ в 2021 году составили по ^{137}Cs – 2,08 % от ДВ или $1,42 \cdot 10^9$ Бк. Значения плотности радиоактивных выпадений в 2021 году находятся на среднем многолетнем уровне, не превышают установленных значений контрольных уровней и обусловлены не текущими выбросами в атмосферу, а процессами ветрового подъема и переноса радионуклидов с ранее загрязненных территорий ВУРСа и «Карачаевского» следа. По официальным данным, сброс ЖРО в открытую гидрографическую сеть в настоящее время ФГУП «ПО «Маяк» не производит.

Радиационный след Чернобыльской катастрофы 26 апреля 1986 года достиг территории ОИБ, что привело к его дополнительному загрязнению. Аэrogамmasпектральная съемка 1991 года, проведенная специалистами ПГО «Аэрогеология», выявила два протяженных с запада на восток следа радиоактивного ^{137}Cs на территории Свердловской и Тюменской областей с концентрацией выше 0,1 КИ/км²; при радиоэкологическом картографировании территории была учтена ее ландшафтная структура [2, 20].

Физико-географическая характеристика бассейнов рек Теча и Исеть.

Реки Теча и Исеть протекают в лесостепной почвенно-климатической зоне, которая характеризуется континентальным климатом. Средняя температура зимой составляет -15,5° С, летом +17° С. Среднегодовое количество осадков варьирует в интервале 430–480 мм с максимумом в июле. Река Теча относится к средним рекам и берет свое начало из озера Иртыш на Южном Урале (рис. 2Б). Река Исеть относится к большим рекам и вытекает из Исетского водохранилища на Среднем Урале. Основные характеристики рек Исеть и Теча приведены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Основные среднемноголетние гидрологические характеристики рек Теча и Исеть [12]
Main long-term average annual hydrological characteristics of the Techa and Iset rivers [12]

Река	F , тыс. км ²	L , км	I , %	B , м	h , м	Сток воды, км ³ /год	Сток наносов, млн т/год	$Q_{ср}$, м ³ /с	$Q_{макс}$, м ³ /с	$Q_{мин л-о}$, м ³ /с
Теча	7,6	243	1,3	20–80	0,3–2,1	0,18	0,015	6,7	290	0,6
Исеть	58,9	606	3,3	40–120	0,6–5	3,11	0,11	65,4	2470	3,5

где, F – площадь бассейна, L – длина реки, I – уклон русла, B – ширина русла, h – глубина русла, $Q_{ср}$ – среднегодовой расход воды, $Q_{макс}$ – максимальный расход воды, $Q_{мин л-о}$ – минимальный расход воды летне-осенней межени.

В реку Исеть, в пределах зоны радиоактивного загрязнения территории бассейна впадают помимо р. Течи еще реки Синара и Катайка, в которые в свою очередь впадает еще ряд более мелких притоков (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Основные водотоки речной системы Исеть, протекающие по загрязнённой территории [13]
Main watercourses of the Iset River system flowing through the polluted territory [13]

Название	Место впадения в р. Исеть от устья, км	Берег	Длина водотока, км	Водосборная площадь, кв. км	Впадают озера, шт.	Притоки, шт.
Теча	353	прав	243	7600	40	6
Катайка	387	лев	22	–	0	0
Синара	402	прав	148	6690	12	4
Шутишка	37	лев	19	–	0	0
Боровая	39	лев	16	–	0	0
Басказык	61	прав	28	936	0	11
Межевая	88	лев	12	–	0	1
Зюзелга	201	прав	58	691	0	7
Мишеляк	226	прав	21	0	0	0
Исток	25	лев	29	–	0	0
Багаряк	41	лев	80	1750	10	3
Караболка	70	лев	76	1170	6	0
Топка	95	прав	14	–	0	0

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

Реки региона по Б.Д. Зайкову [18] имеют западносибирский тип водного режима, который характеризуются сравнительно невысоким и продолжительным во времени весенним половодьем, в период которого проходит до половины годового стока, повышенным летне-осенним стоком (более 30 % стока воды) и низкой зимней меженью, на которую приходится не более 20 % стока воды (рис. 3).

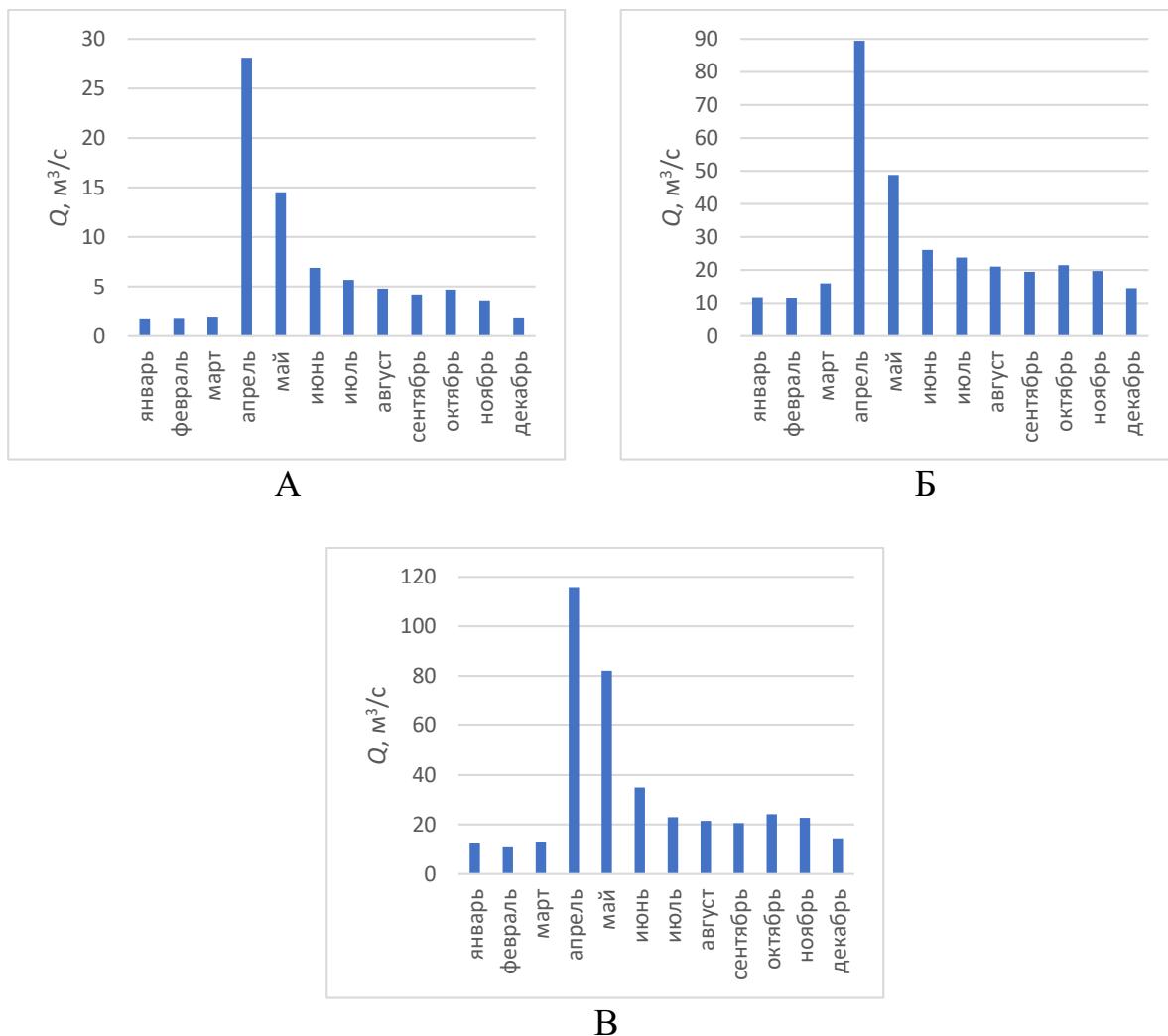


Рис. 3. Средний ежемесячный расход, $\text{м}^3/\text{s}$:
 А – реки Теча за период 1941–1980 гг. в створе Першинское; Б – реки Исеть за период 1958–1989 гг. в створе Катайск; В – реки Исеть за период 1975–1989 гг. в створе Шадринск. Источник данных [45]

Fig. 3. Average monthly discharge, m^3/s
 А – at the Techa River for the period 1941–1980 at Pershinskoye; Б – at the Iset River for the period 1958–1989 at Kataysk; В – at the Iset River for the period 1975–1989 at Shadrinsk (according to [45])

Питание р. Течи осуществляется преимущественно за счет снеговых талых вод, а в верховьях реки – за счет многочисленных озер. Расход воды р. Течи 1 %-ой обеспеченности составляет в период весеннего половодья 460 $\text{м}^3/\text{s}$, в период дождевых паводков – 100 $\text{м}^3/\text{s}$ соответственно. Максимум подъема уровня воды р. Течи достигает 50–75 см/сут, среднее значение составляет – 36 см/сут. Спад воды в основном происходит в конце апреля – начале мая, но часто вода может застаиваться на пойме до конца июня. Максимум скорости спада воды такая же, как и подъема – 50–75 см/сут, а в среднем составляет – 11–18 см/сут. Летняя межень выражена, к концу лета – началу осени наблюдаются минимальные уровни воды в реках. Минимальные среднемесячные расходы воды Течи 95%-ной обеспеченности в период летне-осенней межени составляют 0,6 $\text{м}^3/\text{s}$, в период зимней межени – 0,22 $\text{м}^3/\text{s}$ (табл. 1). Огромное значение в питании рек имеют заболоченные участки поймы (например, наиболее радиоактивно загрязненный район Асановских болот), которая аккумулирует талые и дождевые воды и постепенно их отдает в межень. Подземное питание составляет 10–30 % от общего речного стока.

Ледовые явления наблюдаются в октябре–ноябре. Река замерзает примерно с 25 ноября по 11 декабря. Средняя толщина льда на реке к концу зимы – 40–50 см. В суровые зимы толщина льда достигает 70–80 см.

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

В такие зимы река может промерзнуть до дна. Средняя температура в реке в наиболее теплом месяце июле +17,5–20,5 °С. Максимальная температура воды в реке может достигать +30 °С и более [44]. Периодически на реке в период половодья могут возникать ледовые заторы.

Река Теча на большем протяжении меандрирует (коэффициент извилистости колеблется от 1,18 до 1,33). Только в верховьях (на заболоченном участке от П-11 ТКВ до с. Муслюмово) и на отдельных участках в среднем и нижнем течении разветвляется на рукава. Дно реки в верхнем течении – торфянисто-илистое, неровное, с пlessами глубиной до 5 м, в среднем течении – на плесах песчаное, неплотное, у берегов суглинистое. Донные отложения р. Течи преимущественно песчаные, встречаются также песчано-илистые, илистые и торфянистые [52].

Питание р. Исети также происходит за счет талых снеговых вод и дождей в летне-осенний период. Замерзает обычно в октябре, вскрывается в апреле. Весеннее половодье обычно начинается в конце марта – начале апреля и может продлиться 1–1,5 месяца; межень длительная, низкая и маловодная. На основе данных о стоке р. Исети за последние 30 лет прошлого века было выявлено, что наблюдался рост как среднегодовых расходов воды реки, так и по сезонам, причем больший и достоверный рост происходил в период зимней межени [17].

В целом для р. Исети характерны скорости течения 0,1–0,5 м/с, ширина русла реки изменяется от 40 до 120 м, глубины на перекатах колеблются 0,6–1 м, на плесах до 5 м. В её нижнем течении в пределах Курганской области средняя скорость течения изменяется в пределах 0,12–0,32 м/с, при средней ширине русла 47–96 м, средние глубины составляют 0,6–0,82 м.

Преобладающим типом для р. Исети является меандрирующее русло (коэффициент извилистости в пределах Курганской области – 1,01–2,57) с песчаными и илистыми побочными и перекатами. В верхнем течении река зарегулирована несколькими водохранилищами; в нижнем (ниже г. Шадринска) на фоне расширения поймы реки до 3–5 км русло реки образует раздвоенное русло, рукава которого также меандрируют. Донные отложения р. Исети преимущественно песчаные, в значительно меньшей степени присутствуют участки с песчано-илистыми и илистыми грунтами [52].

Водосборы и поймы рек Теча и Исеть

Для рек ОИБ в пределах Западно-Сибирской равнины характерно абсолютное преобладание пойм с сегментно-гравийным рельефом; реже, на участках, где руслоформирующий расход Q_f проходит при затопленной пойме, рельеф становится проточно-гравийным (например, у левобережных притоков р. Тобол, стекающих с восточного склона Урала) [56].

Верхняя часть бассейна р. Течи расположена в предгорной зоне Южного Урала и покрыта смешанным лесом, средняя и нижняя части – в пределах Предтургайской равнины – частично распаханы, а также заложены степными травами, чередующимися с березовыми колками. На междуречных пространствах большое количество озер. По особенностям строения долины и русла, а также характеру затопления поймы р. Течи можно разделить на три участка [2] (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Характеристика участков поймы р. Течи
Characterization of the Techa River floodplain areas

Длина участка	Участок	Пойма
Исток – 81 км	Исток (П-11) – с.Муслюмово (Челябинская обл.)	Двухсторонняя, шириной 2–2,5 км (варьирует от 3,5 до 0,12 км в конце участка). Поверхность заболоченная, кочковатая, торфянистая, затапливается ежегодно во время половодья слоем 0,2–1 м и до 2 м в высокое половодье. Глубина реки 0,3–0,8 (перекаты), 5м (плесы). Здесь расположены Асановские болота (около 3–4 км от П-11) протяженностью 10 км и шириной около 2 км.
81–141 км	с.Муслюмово – с.Нижнепетропавловское (Челябинская обл.)	Двухсторонняя, асимметричная, шириной 0,3–0,4 км (варьирует от 0,7 км в районе с. Лобаново до 0,035 км). Затапливается пойма слоем 0,5–2,5 м. Поверхность, занятая луговой или кустарниковой растительностью, слагается супесчаными грунтами.
141–243 км	с. Нижнепетропавловское – устье (пос. Затеченское, Курганская обл.)	Двухсторонняя, шириной от 0,4 км (варьирует от 0,1 до 0,7 км). Сухая, с развитой луговой, местами кустарниковой растительностью, суглинистая. Сезонно затапляемые участки поймы располагаются на расстоянии 40–50 м от русла. В обычное половодье пойма затапливается на слой 0,7–2,5 м, а в высокое – до 3,5 м.

На всем протяжении реки пойма занята сосновыми посадками, а также разнотравно-бобовыми и разнотравно-злаковыми ассоциациями, где луговая растительность встречается наряду с лугово-степной [35].

Бассейн р. Исети в верхнем течении расположен в пределах преимущественно залесённой (за исключением селитебных территорий) части восточного склона Южного Урала, и здесь долина р. Исети узкая со скалистыми

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

берегами, русло порожистое, перегорожено плотинами малых ГЭС и зарегулировано несколькими прудами и водохранилищами. В среднем и нижнем течении река протекает на границе лесной и лесостепной зон. В этой части бассейна возрастает доля пахотных земель. В равнинной части днище долины реки широкое с двусторонней поймой местами расширяющейся до 5 км, на которой встречаются многочисленные пойменные протоки, озера и старицы, а поверхность поймы в основном залужена и закустарена.

По имеющимся данным (табл. 4), пойма р. Исети регулярно затапливается на 7–45 дней на различных участках.

Таблица 4
Table 4

Частота затопления среднего уровня поймы р.Исети на разных участках по длине реки (по [52])
Frequency of flooding of the average floodplain level of the Iset River at different sections along the river length
(according to [52])

Створ	Частота затопления 1 раз в лет	Продолжительность затопления, дни	
		средняя	наибольшая
г. Катайск	2	7,5	16
г. Шадринск	4	8,5	13
пгт. Мехонское	4	16	45

Особенности почвенного покрова поймы реки Течи

На самой низкой пойме р. Течи сформировались луговые легкосуглинистые слаборазвитые почвы мощностью 15–40 см [36], а также встречаются песчаные разновидности. На средней и высокой пойме располагаются аллювиально-слоистые суглинистые задернованные и пойменно-луговые почвы, в формировании которых участвует дерновый и болотный процессы. Слоистость в данных почвах образуется за счет периодического привноса и отложения взвешенных наносов в период половодья. Для пойменных почв р. Течи характерны реакция среды (рН водной суспензии) близка к нейтральной, слабая дифференциация по глубине гумуса и суммы обменных оснований. Некоторые особенности почвенного покрова поймы реки Течи – в частности, песчаный состав почв низкой поймы, который не препятствует фильтрации воды, усиливают вертикальную миграцию техногенных радионуклидов с вертикальным током воды. Особенностью всех пойменных почв является формирование ландшафтно-геохимических барьера, на которых аккумулируются многие макроэлементы, в том числе и радионуклиды [37]. В то же время, высокий уровень залегания грунтовых вод и сезонное переувлажнение могут менять параметры миграции радионуклидов и способствовать переходу в обменную форму [23, 25].

Особенности поведения техногенного ^{137}Cs в воде рек Теча и Иsetь

в отдаленный период после аварийных инцидентов

Точные данные о радионуклидном составе ЖРО в период наиболее интенсивных сбросов в гидрографическую сеть с 1949 по 1951 гг. отсутствуют в связи с отсутствием регулярного радиационного контроля. Также возникают трудности с интерпретацией данных контроля, в связи с устаревшими методами и технологическими особенностями измерения радионуклидов.

В водоем В-3 (рис. 2Б) по данным авторов [2] за 1949–1956 гг. было сброшено порядка 350 кКи активности ^{137}Cs . Ю.Г. Мокровым [34] был реконструирован исходный радионуклидный состав ЖРО в период с 1949 по 1954: в выбросах аварийного характера содержалось 0,35 % ^{137}Cs , а в регламентных сбросах – 0,178 % ^{137}Cs от общего объема, в том числе короткоживущих радионуклидов, которые на тот момент составляли основную долю радиоактивного загрязнения.

Реконструкция сбросов ЖРО, проведенная Мокровым Ю.Г [27] показала, что за 1949–1954 гг. недалеко от точки сброса ЖРО (П-4, створ п. Метлино) сток составил 47,6 кКи ^{137}Cs в составе взвешенных частиц и в растворенном состоянии. В створе с. Муслюмово сток ^{137}Cs составил 5,6 кКи [34]. Следовательно, 42 кКи было переотложено в днище долины р. Течи (на пойме и в русле реки) в пределах участка от места сброса ЖРО до с. Муслюмово.

В таблице 5 представлены данные по годовой реконструкции стока активности в створе П-4 (близ непосредственного места сброса ЖРО) и в створе близ с. Муслюмово, расположенного примерно в 65 км от места сброса. Максимальные сбросы ЖРО наблюдались в 1951 году, а активность ^{137}Cs изменялась в створах не пропорционально, что является важным показателем роли вторичного загрязнения с участков поймы и донных осадков, расположенных выше по течению от с. Муслюмово, в формировании плотности загрязнения вод р. Течи.

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

Таблица 5
Table 5

Сток активности ^{137}Cs жидким и твердым стоком в створах П4 и с.Муслюмово [34]
 ^{137}Cs activity flux by liquid and solid runoff in П 4 and Muslyumovo sites [34]

Год	Плотина в устье р.Течи (П-4), кКи	с. Муслюмово	П4/Муслюмово, %
1949	0,0924	0,0051 кКи = $1,900 \times 10^8 \text{Бк}/\text{л}$	5,3
1950	6,33	0,378 кКи = $1,400 \times 10^{13} \text{Бк}/\text{л}$	6
1951	38,5	3,67 кКи = $1,360 \times 10^{14} \text{Бк}/\text{л}$	9,5
1952	2,33	0,773 кКи = $2,860 \times 10^{13} \text{Бк}/\text{л}$	33,2
1953	0,274	0,406 кКи = $1,500 \times 10^{13} \text{Бк}/\text{л}$	148,2
1954	0,125	0,35 кКи = $1,295 \times 10^{13} \text{Бк}/\text{л}$	280

По данным измерений, проводимых лабораториями ПО Маяк с середины 1960-х гг. в двух створах на р. Тече, наибольшее снижение объемной активности ^{137}Cs в речной воде произошло в середине 1970-х гг. (табл. 6), причем это резкое снижение связано видимо со аномально низким годовым водным стоком. В этот год отсутствовало половодье, в результате которого происходит обогащение речной воды взвешенными наносами с Асановских болот. Подобный уровень объемной активности ^{137}Cs в речной воде стал наблюдаться только в середине- конце 1990-х гг.

Таблица 6
Table 6

Изменение водного стока и объемной активности ^{137}Cs в воде в среднем (с. Муслюмово) и нижнем (с. Першинское) течении р. Течи за период 1973–2000 гг (по данным [7])

Changes in water flow and ^{137}Cs volumetric activity in water in the middle (Muslyumovo village) and lower (Pershinskoye village) reaches of the Techa River for the period 1973–2000 (according to [7])

Годы	Муслюмово			Першинское		
	Q , млн м ³ /год	^{137}Cs , Бк/л	R , ТБк/год (Ки/год)	Q , млн м ³ /год	^{137}Cs , Бк/л	R , ТБк/год (Ки/год)
1973	77,4	4	0,31 (8,3)	124,5	0,42	0,052 (1,4)
1974	85,4	2,7	0,23 (6,3)	143,8	0,37	0,053 (1,4)
1977	9,7	0,7	0,007 (0,18)	21,2	0,044	0,0009 (0,026)
1982	19,6	1	0,02 (0,55)	–	–	–
1995	107,3	0,67	0,072 (1,9)	190	0,074	0,014 (0,38)
1998	60,5	0,78	0,047 (1,3)	110	0,08	0,009 (0,24)
2000	296,4	0,56	0,17 (4,4)	–	–	–

В 1990-х годах был оценен баланс ^{137}Cs в среднем и верхнем течении р. Течи. Поступление ^{137}Cs через ЛБК и ПБК до 1997 года по оценкам международных экспертов не превышало 0,5 Ки/год [63]. По оценкам запас радионуклида от П-11 до с. Муслюмово составлял 5700 Ки, а от с. Муслюмово до с. Першинское 450 Ки [9, 10]. По другим данным, 4200 и 450 Ки [15]. Через створ Муслюмово поступало ежегодно в среднем 1–5 Ки, а через створ Першинское в р. Исеть удалялось 0,2–0,5 Ки. За счет полураспада радионуклида уменьшение запасов происходило в средней части долины на 130 (1991 г.) – 100 (2005 г.) Ки, а в нижней части долины на 9 Ки. Следовательно, в среднем течении Течи происходили и происходят более интенсивные процессы выноса радионуклида с речным стоком, а в нижнем течении уменьшение радионуклида за счет полураспада компенсируется поступлением с речным стоком.

На основе многолетних наблюдений [16] за содержанием ^{137}Cs в речных водах, осуществляемых НПО «Тайфун» и Уральским УГМС, в 2 пунктах (с. Муслюмово и с. Першинское) на р. Тече, и в 3 пунктах (с. Красноисетское, г. Шадринск и пгт. Мехонское) на р. Исеть (рис. 2А) можно судить о том, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воде исследуемых рек выше фоновых значений на реках России (0,002 Бк/л), но существенно ниже значений уровня вмешательства по НРБ-99/2009 (11 Бк/л) [35] (рис. 4). Обращает на себя внимание некоторое увеличение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в воде в 2004–2005 гг., что может быть связано как с особенностями формирования стока в эти годы, так и с различиями в методике отбора и анализа проб, которые в этот период проводились в НПО «Тайфун» [40]. Отдельного внимания заслуживает выявленная высокая по сравнению с р. Исетью ниже впадения р. Течи (пост Красноисетское) среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в р. Миасс (рис. 4), водосбор которой минимально затронут площадными загрязнениями после аварий на ПО «Маяк» (рис. 2А), однако испытывает сильное влияние промышленных производств Челябинска, Миасса и Карабаша, через которые протекает.

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

Наблюдается снижение активности ^{137}Cs в воде в 5–10 раз вниз по течению реки Течи от пункта Муслюмово до пункта Першинское (рис. 5) за счёт разбавления речной воды чистыми водами притоков и грунтовыми водами. Согласно официальным данным, на текущий момент отсутствует непосредственный сброс ЖРО в открытую гидрографическую сеть. Миграция радионуклидов в речную воду в настоящее время осуществляется посредством фильтрации из водоемов ТКВ, ЛБК и ПБК, а также через смык осадками и пойменными водами с Асановских болот и загрязненной поймы в верховьях реки. В 2011 году в воде В-1 ТКВ содержалось 0,6–1,3 Бк/л ^{137}Cs , а в донных отложениях – 30000–160000 Бк/кг [3], тогда как в воде р.Течи у с. Муслюмово содержание ^{137}Cs составляло чуть больше 0,2 Бк/л.

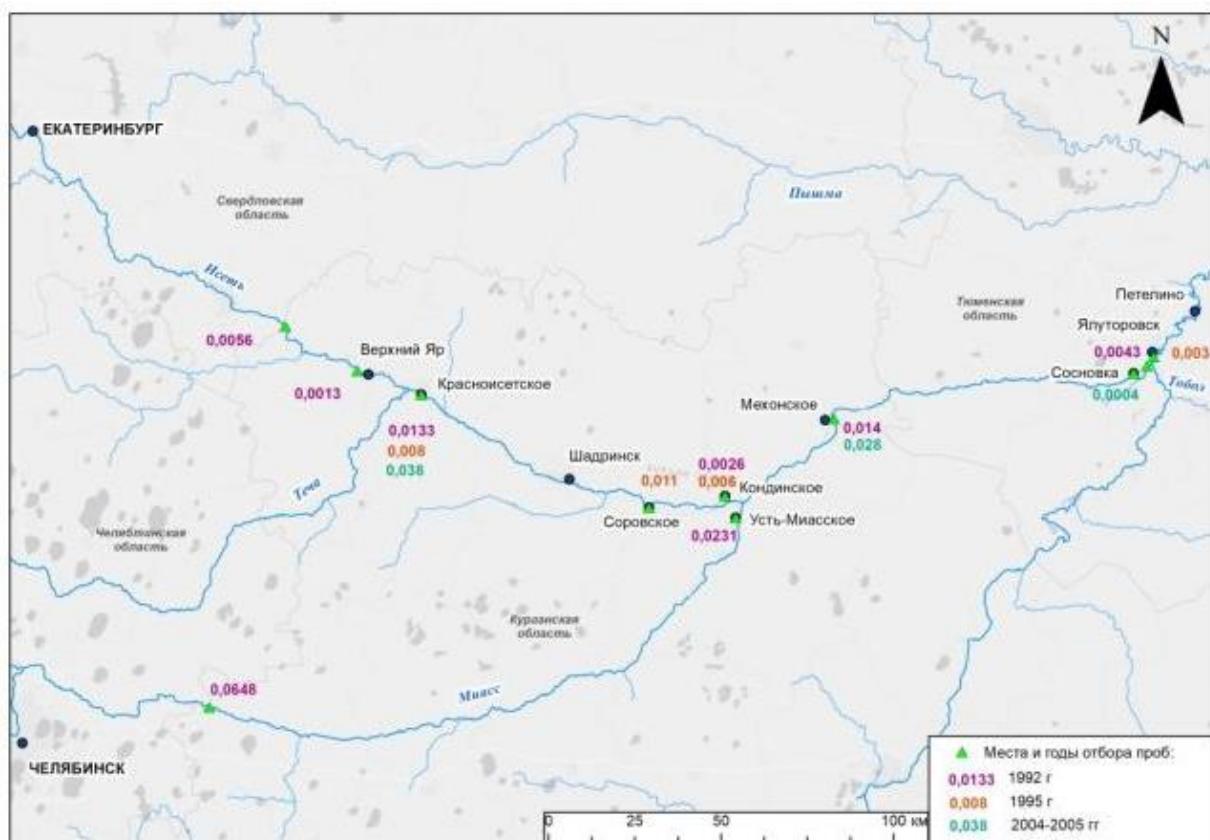


Рис. 4. Объемная активность ^{137}Cs в воде рек бассейна Исети (по данным [40, 53])
Fig. 4. ^{137}Cs volumetric activity in the water of the rivers of the Iset basin (according to [40, 53])

Снижения объемной активности ^{137}Cs по течению р. Исети не происходит – среднегодовые уровни в различных пунктах отбора на р. Исети достаточно близки между собой (рис. 5). С 2012 года среднегодовые уровни не превышают (за исключением среднегодовых уровней 2021 г. на пункте у н.п. Красноисетское) 0,02 Бк/л. Относительно высокое значение среднегодовой объемной активности речной воды в 2021 году наблюдается только у н.п. Красноисетское, ниже и выше по течению реки, подобных всплесков активности не наблюдалось.

Внутригодовое распределение объемной активности ^{137}Cs в р. Тече у с.Муслюмово с 2020 по 2023 гг. связано с гидрологическим режимом реки. В зимнюю межень наблюдаются максимальные значения (0,2–0,45 Бк/л), а в конце половодья наблюдаются минимальные значения с низкой вариабельностью (0,09–0,12 Бк/л) (рис. 6А). Подобное внутригодовое распределение объемной активности с 2010 по 2013 гг. характеризуется схожими тенденциями, однако разброс значений в зимнюю межень выше – от 0,3 до 0,7 Бк/л (рис. 6Б). Ранее в период 2004–2009 гг общая тенденция внутригодового распределения похожа, но в 2004 году наблюдались высокие уровни в августе и в апреле (рис. 6В).

В зимнюю межень в 2022 году максимальное значение не превышало 0,45 Бк/л, а в 2023 – 0,2 Бк/л, а минимальное значение в летнюю межень снизилось до 0,07 Бк/л, но все же превышало фоновый уровень в 35 раз. В 2023 году максимальное значение составляло 0,22 Бк/л.

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

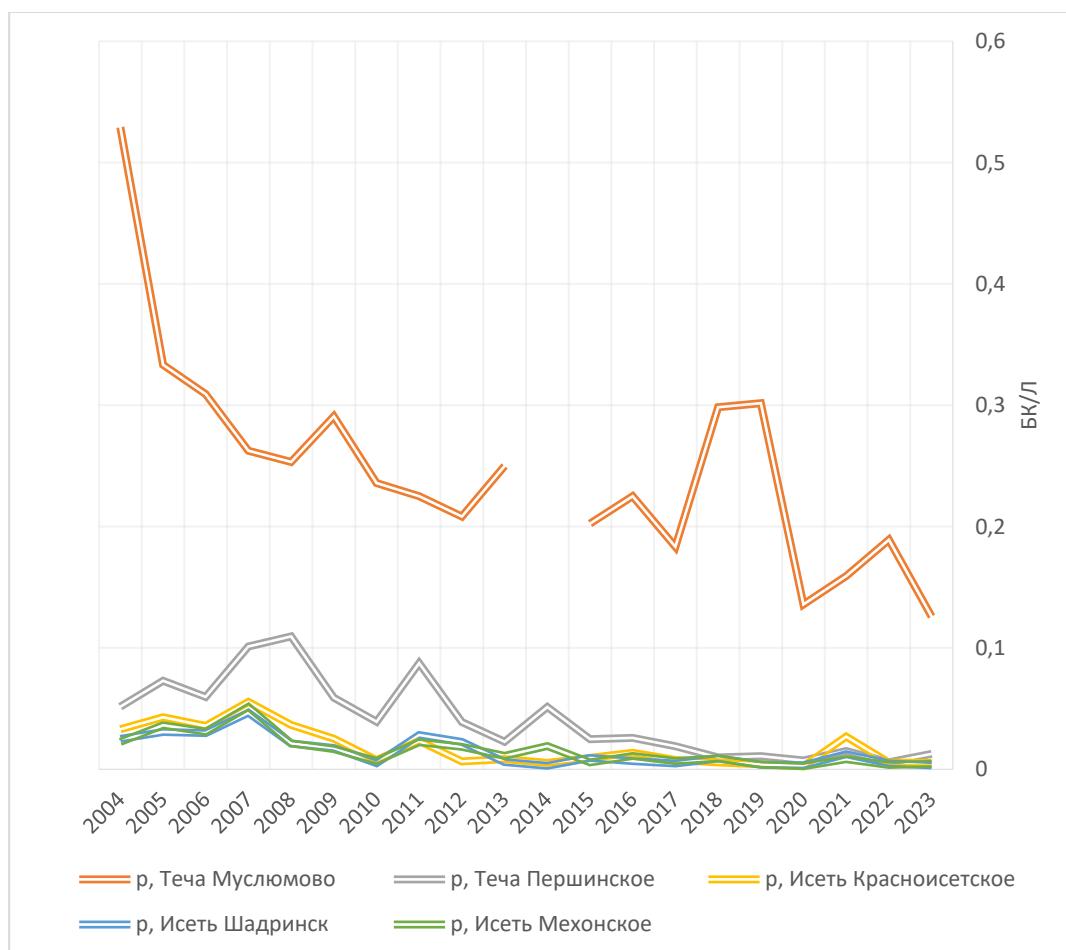


Рис. 5. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs – в воде рек Теча и Иsetь на постах мониторинга (по данным [16]), положение постов на реках на рис. 2А

Fig. 5. Average annual volumetric activity of ^{137}Cs in the waters of the the Techa and Iset rivers at the monitoring stations (according to [16]), location of the stations on the rivers is given in Fig. 2A

За практически 20 лет наблюдений произошло существенное снижение уровня загрязнения вод р. Течи (рис. 7А), прежде всего за счет распада ^{137}Cs , так и за счет процессов регулирования и контроля за экологической ситуацией на ПО «Маяк».

В нижнем течении р. Течи (п. Першинское) уровни содержания ^{137}Cs изменяются несколько иначе в течение года (рис. 7Б). При общей меньшей внутригодовой вариабельности максимумы приходятся на период весеннего половодья и наиболее дождливый месяц года июль. Но в последние годы (2020–2023 гг.) внутригодовая вариабельность значений данного показателя существенно понизилась. Это может быть связано с тем, что абсолютное количество радионуклида в воде снизилось до уровней, когда для его точного измерения требуется большие объемы отобранного образца и длительное время экспозиции, что иногда сложно осуществить в режиме мониторинговых наблюдений.

В речной воде р. Иsetи по мере удаления от места впадения р. Течи не происходит разбавления, уровни загрязнения в разных точках отбора практически не отличаются (рис. 8). Высокая внутригодовая вариабельность измеренных значений за разные периоды и на разных постах вероятно обусловлена недостаточной точностью проведённых анализов, либо различиями в отборе проб воды на разных участках.

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

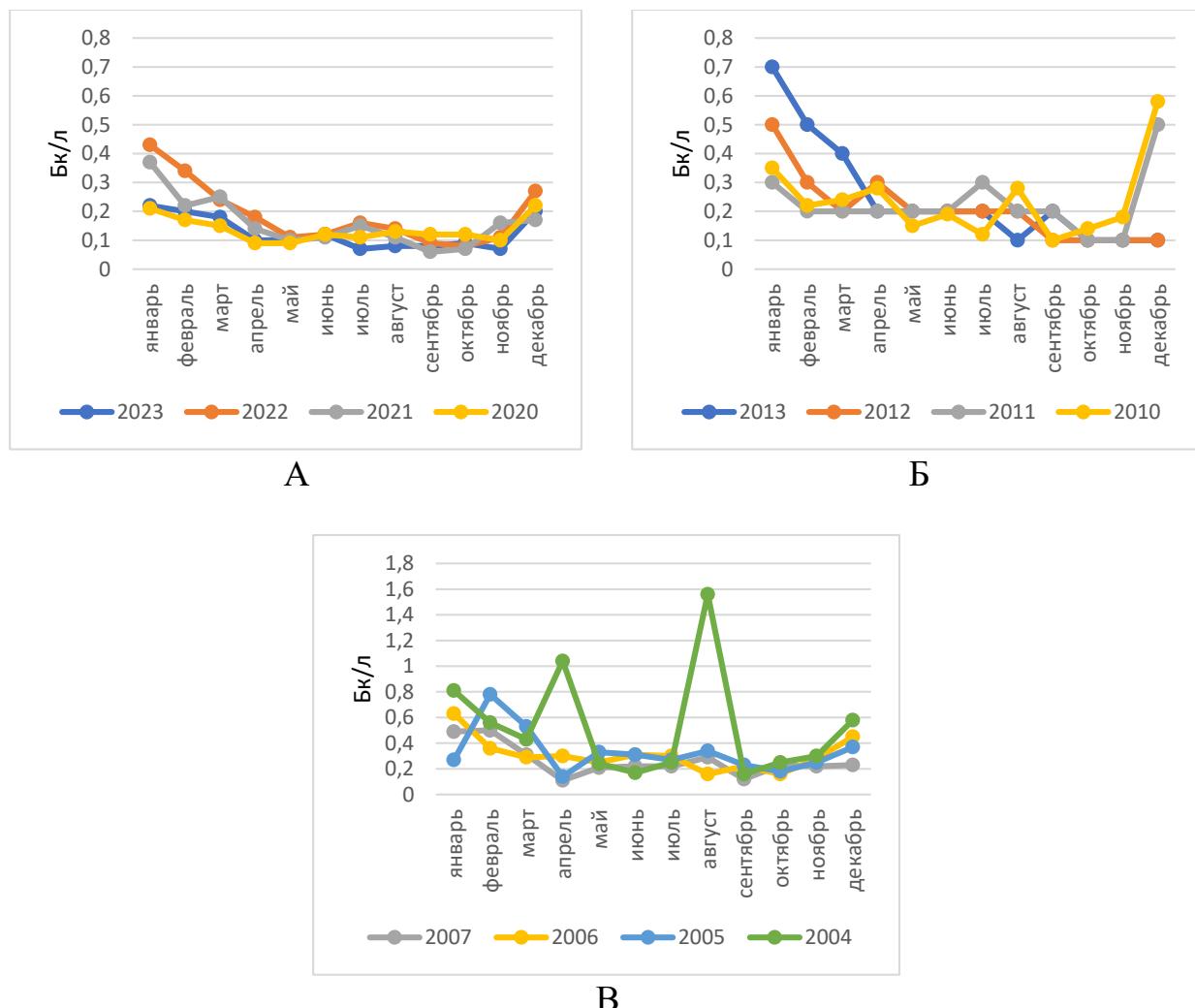


Рис. 6. Внутригодовые изменения объемной активности ^{137}Cs в воде р.Течи у с. Муслюмово

А – с 2020 по 2023 гг., Б – с 2010 по 2013 гг., В – с 2004 по 2009 гг. (по данным [16])

Fig. 6. Intra-annual changes in the ^{137}Cs volumetric activity in the water of the Techa River near Muslyumovo village
 А – from 2020 to 2023, Б – from 2010 to 2013, В – from 2004 to 2009 (according to [16])

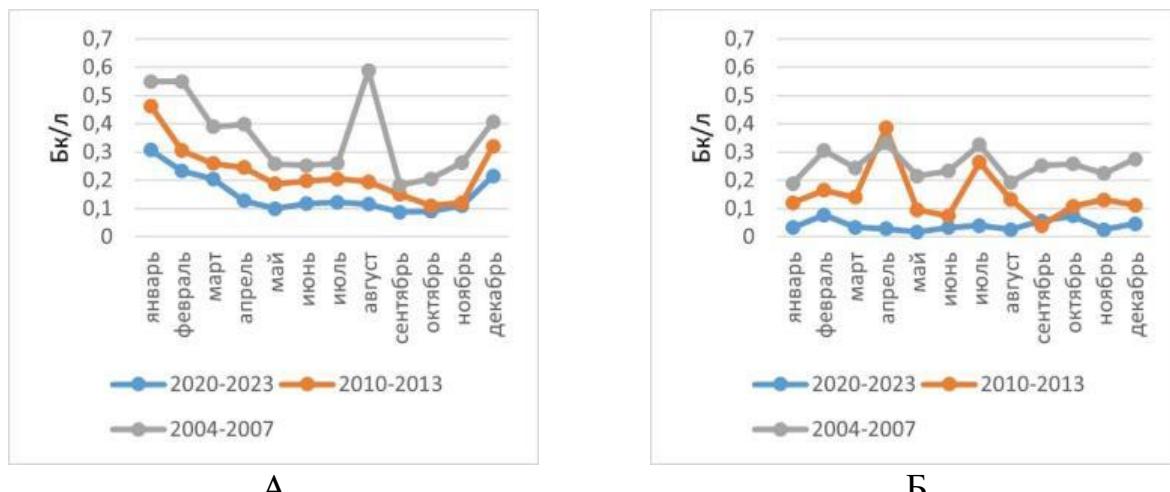


Рис.7. Среднемноголетняя внутригодовая изменчивость объемной активности ^{137}Cs в воде р. Течи
 за различные периоды наблюдений А – Муслюмово, Б – Першинское (по данным [16])

Fig.7. Average long-term intra-annual variability of ^{137}Cs volumetric activity in the water of the Techa River for different observation periods: А – Muslyumovo, Б – Pershinskoye (according to [16])

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

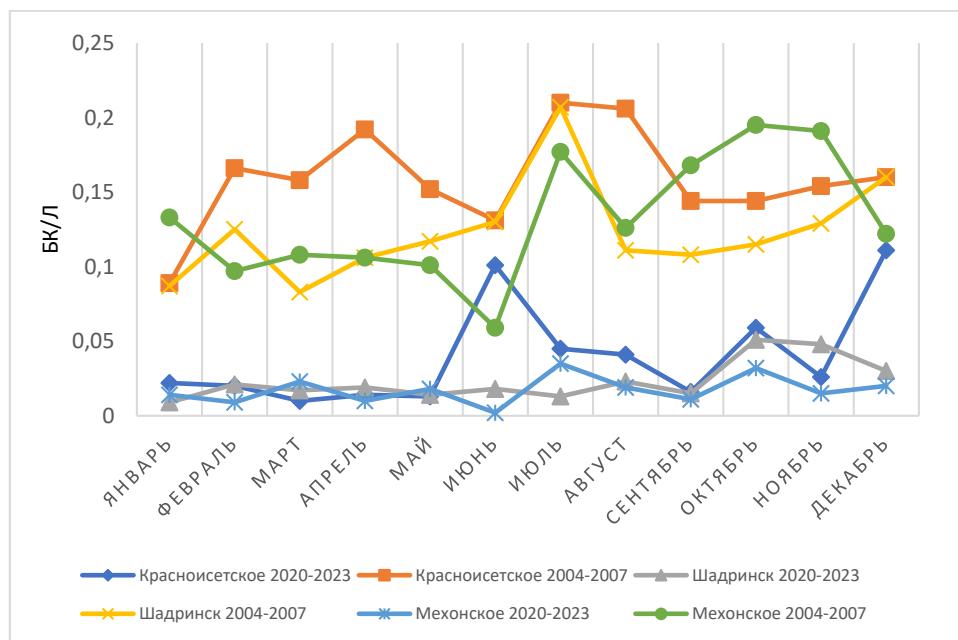


Рис. 8. Средняя внутригодовая изменчивость объемной активности ^{137}Cs в воде р.Исети за различные периоды (2004–2007 гг и 2020–2023 гг) наблюдений в точках отбора с. Красноисетское, г. Шадринск, пгт. Мехонское (по данным [16])

Fig. 8. Average intra-annual variability of ^{137}Cs volumetric activity in the water of the Iset River for different periods (2004–2007) and (2020–2023) of observations at the sampling points Krasnoisetskoye, Shadrinsk, Mekhonskoye (according to [16])

Особенности поведения ^{137}Cs в почве пойм рек Теча и Иsetь

Одним из источников вторичного поступления радионуклида ^{137}Cs в речной сток в отдаленный период после аварийных выбросов, помимо выпадений радионуклидов из атмосферы, являются почвы пойм, так как пойменные почвы являются не только местом аккумуляции речных наносов, но также при определенных условиях могут служить источником взвеси в период половодья [30]. Объемы седimentации взвешенного вещества рек на поверхности поймы зависят от высоты поймы над меженным уровнем, микрорельефа, степени шероховатости поверхности, типа растительности, продолжительности и интенсивности паводковых процессов, концентрации взвешенного вещества в речном потоке [30]. В отношении ^{137}Cs можно выделить основные процессы, которые будут влиять на его перераспределение и миграцию после попадания на поверхность почвы:

- 1) Закрепление в твердой фазе почв (входит в краевые участки кристаллической структуры глинистых минералов), переход в необменную форму и депонирование на поверхности почвенного профиля.
- 2) Вертикальная миграция необменной формы ^{137}Cs в результате процессов механической миграции.
- 3) Вертикальная миграция по почвенному профилю обменного ^{137}Cs в жидкой фазе в связи с долгопоемным режимом на поймах рек.
- 4) Латеральная миграция необменного ^{137}Cs в результате поднятия и отрыва почвенных частиц с незакрепленной растительностью участков поверхности поймы в составе взвешенных наносов в половодье.
- 5) Переотложение (седimentация) необменного ^{137}Cs в составе взвешенного вещества на других участках поймы.
- 6) Переотложение (седimentация) необменного ^{137}Cs в качестве донных отложений в межень.
- 7) Частичный переход в обменную форму, растворение и вовлечение в речной сток (перенос в этом случае осуществляется на дальние расстояния).

Известно, что ^{137}Cs фиксируется в почве очень быстро, и в модельных экспериментах уже через полчаса после внесения в обменной форме остается от 10 до 30 % от внесенного количества [24, 61]. Количество различных химических форм ^{137}Cs также колеблется в зависимости от типа почв [29]. Самое высокое содержание прочносвязанных форм (фиксированных) ^{137}Cs характерно для автоморфных почв с высоким содержанием глинистых минералов. Важную роль в вертикальной миграции радионуклидов в пойменных почвах играет колматаж и конвективный перенос с водными растворами в поровом пространстве, который идет как с гравитационным потоком воды, направленным вниз по профилю, так и с капиллярным поднятием [5, 35].

Пойма р. Течи подверглась радиоактивному загрязнению в результате сбросов ЖРО начиная с 1949 года, а в 1951 году весной во время аномального половодья произошло загрязнение широкого участка поймы (локально

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

до 500 м, в среднем 150–200 м, максимум в 1–50 м от уреза) практически на всем протяжении реки [1]. Увеличение степени загрязнения Асановских болот (рис. 2Б) произошло в результате значительных сбросов воды в ходе «промывки» технологических водоемов в октябре 1951 г., в результате чего большое количество взмученных донных отложений, загрязненных радионуклидами, вместе с водой попали в речную систему [1]. В дальнейшем поступление радионуклидов с речными водами на пойму во время половодья продолжилось, но в гораздо меньшем объеме, так как началось регулирование сбросов и строительство плотин (с 1956 года) до полного прекращения поступления радионуклидов в 1964 году в результате строительства водоема В-11 и плотины П-11 ТКВ (рис. 2Б). Данная особенность оказала существенное влияние на характер распределения радионуклидов по вертикальному профилю пойменных почв. Периоды активного сброса жидких радиоактивных отходов (ЖРО) и проведения технологической промывки четко прослеживаются в максимальных активностях ^{137}Cs на различных глубинах по профилю почв, где каждый прослой характеризует определенный гидрологический режим осаждения.

Наиболее загрязненный участок поймы находится в верховьях реки на участке от П-11 до с. Муслюмово (рис. 2Б), а по мере удаления от источника выброса, уровни загрязнения снижаются [38].

Важную роль в вертикальной миграции ^{137}Cs в пойменной почве может играть степень увлажнения почвы, так как содержание влаги в почве может оказывать влияние на содержание подвижных форм, способных к вертикальной миграции, при схожести основных физико-химических свойств почв. Общее количество радионуклидов в растворе в значительной степени возрастает по мере увеличения увлажнения почв. При значении КО=2 (коэффициент обводненности – соотношение объема воды и массы почвы) подвижность ^{137}Cs приближается к ^{90}Sr , тогда как при КО=0,2 подвижность ^{137}Cs существенно ниже, чем у ^{90}Sr [53]. Подобную картину описывают и другие авторы при значении КО>1 и связывают это с влиянием растворенного органического вещества почвы в почвенной суспензии [23]. Но подобная влажность характерна только для заболоченных участков пойм.

В модельном эксперименте с образцами пойменной почвы (при pH менее 4), отобранный в районе Асановских болот, было показано, что с увеличением длительности обводнения почвы повышается переход в подвижную форму ^{137}Cs [20].

На основании анализа массива послоеек [22], отобранных в районе Асанова моста (рис. 2Б), можно сделать вывод только об уменьшении общих запасов ^{137}Cs по мере удаления от русла реки. Наличие нескольких пиков активности на разных глубинах характеризует наличие нескольких эпизодов сбросов ЖРО в различные годы. Большая глубина проникновения радионуклида говорит о большой подвижности ^{137}Cs в условиях периодического сезонного затопления заболоченной поймы. К сожалению, никаких данных о геоморфологической позиции (превышении над уровнем воды), описание почв со строением профиля, растительности в районе отбора проб, что могло бы помочь в интерпретации данных авторы исследования не привели.

Распределение радионуклида в болотной почве в 2 км ниже Нового моста (правый берег, 3 м от русла) характеризуется пиком максимальной активности ^{137}Cs на глубине 30 см ($0,9 \times 10^6$ Бк/кг). В серии послоеек, отобранных на правом берегу ниже Надырова моста (5–20–50 м от русла) в 5 м от русла и далее наблюдается похожее распределение радионуклида в почве – максимум отмечается в верхних 10 см, далее резкое снижение значения на глубине 30 см и достаточно равномерное распределение до 100 см. По мере удаления от русла, запасы снижаются. Для более точной и корректной интерпретации полученных данных важно не удаление от русла, а превышение над руслом, потому как важную роль играет форма поверхности поймы.

На незаболоченных участках поймы наблюдается иная ситуация с вертикальным распределением ^{137}Cs по почвенному профилю. Так в пробах дерновой почвы, отобранных на низкой пойме выше с. Муслюмово (правый берег, 2 м от русла), максимальное содержание ^{137}Cs наблюдается на глубине 50 см ($1,6 \times 10^4$ Бк/кг) и присутствует только один пик [22]. В данном случае заглубление пика связано с аккумуляцией наносов на низкой пойме, примыкающей к руслу со скоростью почти 1 см/год.

В 1993–2003 гг. на пойме р. Течи проводились многолетние комплексные исследования (почва, вода, растительность) по оценке миграции и трансформации уровней загрязнения сотрудниками Института экологии растений и животных УрО РАН [36]. На пойме в среднем и нижнем течении р. Течи от Муслюмово до Затеченского, а также на участке р. Исети после впадения р. Течи были заложены 11 реперных участков, где провели профильное обследование прирусовой и центральной поймы, надпойменной террасы и междуречного пространства, что позволило оценить распространение загрязнения в пойменном ландшафте вдоль реки, по ширине поймы и по глубине почвенного профиля. Данная работа подтвердила ранее полученные выводы о снижении запасов радионуклида в пойменных почвах по мере удаления от верховья р. Течи [50].

Согласно исследованию [63], количество ^{137}Cs в пойме рек Теча и Иsetь было определено на уровне 198 ТБк, в то время как в водной среде и донных отложениях р. Течи авторы оценили запас лишь 6 ТБк. Также было выяснено, что в процессе паводкового поверхностного и внутрипочвенного стока в реку может поступать 0,01 % от общего запаса цезия в почве. В качестве недостатка этой работы можно указать то, что послойный отбор образцов почвы осуществляли через 5 см до глубины 30–40 см, так как часто это было границей залегания верхнодонки/грунтовых вод, а снижение распределение ^{137}Cs по профилю почв описывали экспоненциальным законом, что не подтверждается проведенными исследованиями в экстремально загрязненных участках поймы р. Течи в её верхнем течении. Также, несмотря на закладку разрезов по уровням поймы, высотные отметки разных уровней на протяжении участка обследования не были определены.

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

Картирование уровней загрязнения (масштаб карты 1:500 000) в начале 90-х гг XX века пытались провести на основе аэрогаммасъемки [20, 21]. Из-за большого масштаба осреднения, сравнивать данные аэрогаммасъемки с полевыми измерениями часто не представляется возможным. На примере поймы р. Течи данные по запасам ^{137}Cs , полученные по результатам аэрогаммасъемки, могут быть ниже данных полевых обследований в 10 раз.

После аварии на ЧАЭС радиоэкологическое картографирование загрязненных территорий России стало проводиться с учетом ландшафтной структуры территории [20].

Крупномасштабное радиационное картографирование загрязнения поймы р. Течи вблизи крупных населенных пунктов было проведено в 1994–1996 годах (при поддержке МинЧС) с использованием переносного радиометра Корад, который позволял измерять запас радионуклида с учетом его заглубления [8–10, 59]. Калибровали полученные данные с помощью пробоотбора почвы на ключевых площадках. Основной целью данного картирования было ограничить участки с площадью загрязнения 1 Ки/км². В результате этих исследований были получены карты распределения плотности загрязнения ^{137}Cs [9, 10, 59], а также установлена связь радионуклидного загрязнения с ландшафтно-геоморфологическим строением поймы [8, 26–29].

Проведённые в 1994–1996 годах комплексные исследования, в ходе которых было получено более 30 тысяч измерений содержания цезия в почве, представляют собой уникальные крупномасштабные исследования распределения радионуклидов в пойменном ландшафте, которые до сих пор находятся в процессе осмысливания и анализа. Эти исследования позволили провести детальное изучение ландшафтной дифференциации ^{137}Cs на различных уровнях организации поймы [8, 26–29].

До аварии на Чернобыльской АЭС роль ландшафтных факторов в распределении радионуклидов оставалась недостаточно изученной, поскольку ландшафтные методы исследований в радиоэкологии практически не применялись [26]. Закономерности миграции радионуклидов определяются структурой рельефа, почвенного покрова и растительности. При этом для изучения поля радиоактивного загрязнения в пределах пойм необходимо учитывать гидрологические характеристики самой речной сети.

Были показаны зависимости запаса радионуклида в почве от гипсометрического уровня поймы [8–10, 29]. Факторы, которые также влияли на уровни загрязнения: извилистый характер русла, наличие задерживающей течение растительности и пересыхающие речные протоки. Также дороги и пешеходные тропы оказывали аккумулирующее и растягивающее влияние на ареалы загрязнения.

Исследования, проведенные на территории ВУРСа в пойме р. Исети и в устье р. Каменка [35, 54], показали, что в зависимости от положения в ландшафте вертикальное распределение по профилю ^{137}Cs различается: в прирусовых частях поймы происходит заглубление пика максимального содержания радионуклида до 20 см, что авторы связывают с процессами перемещения радионуклида в составе твердого и жидкого стока, так и с дополнительным поступлением во время сезонного затопления. Авторы полагают, что высокие темпы вертикальной миграции и относительно равномерное распределение (без пика в самых верхних см профиля) характерны для всех прибрежных обследованных участков, так как они находятся в зонах повышенного увлажнения. Максимальное содержание ^{137}Cs обнаружено в аллювиально-слоистых почвах прирусовой поймы р. Исети. На самом деле, основной причиной существенного прироста запасов ^{137}Cs на низкой пойме, расположенной рядом с руслом, являются высокие темпы аккумуляции наносов, характерные для регулярно затапливаемых участков низкой поймы [8, 10, 11]. Изменение содержания ^{137}Cs по глубине в отложениях низкой поймы характеризует изменения его содержания в стоке наносов реки во времени.

Опубликованные оценки вертикального распределения ^{137}Cs в пойменных отложениях р. Течи на участках в днищах долины, расположенных на различном удалении от водоёмов НПО «Маяк», показывают, что на начало 1990-х годов отложилось от 5 до 20 см [52]. К сожалению, отбор проб проводился через 5 см, не приведена высотная привязка точек отбора относительно уреза. Была разработана модель SURON, позволяющая рассчитывать суммарные запасы накопления ^{137}Cs на пойме р. Течи [57]. Верификация результатов расчётов на фактических данных показала, что она завышает запасы в истоках реки и занижает в низовьях.

До середины 1990-х годов не существовало единой карты радиоактивного загрязнения территории в результате деятельности ПО Маяк, поэтому была принята Федеральная целевая программа «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2010 г.» продленная до 2015 года, в которой принимали непосредственное участие Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, МЧС России, Уралгидромет, Челябгидромет, НПО «Тайфун». Карты, размещенные в Атласе [2], для поймы рек Теча и Исеть разработаны на основе послойного отбора проб до глубины 1,5 м и приведены к 2007 году. Отбор проводился с помощью механизированного проотборника, позволяющего отбирать пачку отложений мощностью до 1 м. Для участка поймы р. Течи в пределах Челябинской области – Асановские болота – была построена карта загрязнения с границами 1–70 и 70–150 Ки/км² (табл. 7). Для остального участка поймы указаны только точки с максимальными запасами. В пределах Курганской области картирование плотности радиоактивного загрязнения проводили более точно: масштаб карты крупнее, выделяли ареалы с более дробной плотностью загрязнения.

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

Таблица 7
Table 7

Площади радиоактивного загрязнения пойм рек Течи и Исети
 с разной плотностью радиоактивного загрязнения
 Areas of radioactive contamination of the Techa and Iset river floodplains
 with different densities of radioactive contamination

<i>Пойма Течи в Челябинской области – Асановские болота (масштаб карты 1:75 000) 2012 год обследования</i>	
<i>Плотность загрязнения, Ки/км²</i>	<i>Площадь, км²</i>
1-70	19,5
70-150	21,3
<i>Пойма Течи в границах Курганской области (масштаб карты 1:50000) 1998 год обследования</i>	
<i>Плотность загрязнения, Ки/км²</i>	<i>Площадь, км²</i>
0,1-5	31,3
5-10	7,5
10-25	0,54
<i>Пойма Исети в границах Курганской области (масштаб карты 1:50000) 2000–2003 годы обследования</i>	
<i>Плотность загрязнения, Ки/км²</i>	<i>Площадь, км²</i>
0,2-1	47,2
1-2	1,66
2-4	0,35

Выходы и перспективы

Многолетние исследования последствий радиоактивного загрязнения днищ долин бассейна р. Исети в основном проводились радиоэкологами и радиобиологами, которые всесторонне и детально изучали содержание различных радионуклидов, включая ^{137}Cs , в почве, воде, донных осадках. К сожалению, при сборе и анализе полевых данных не всегда достаточное внимание в исследованиях загрязненных участков пойм было уделено анализу гидрологических данных, включая сток воды и наносов, их внутригодовые и межгодовые изменения. В равной степени при проведении работ в днище долин рек Теча и Исеть часто не проводилась детальная топографическая привязка точек отбора проб и геоморфологическое описание участка отбора, а послойный отбор пойменных отложений проводился с интервалом 5 см. Отсутствие данной информации существенно сужает возможности интерпретации полученных данных и ограничивает обоснованность полученных оценок особенностей латеральной миграции и переотложения радионуклидов на различном удалении от основных ареалов загрязнения. Более детально исследована ближняя зона, расположенная в верхнем течении р. Течи, которая характеризуется предельно высокими уровнями радиоактивного загрязнения. Продолжается мониторинг содержания ^{137}Cs в стоке воды рек бассейна Исети. Однако, в последнее десятилетие существенно сократилось внимание к исследованиям особенностей радиоактивного загрязнения днищ долин рек бассейна р. Исети. На фоне происходящих изменений климата и земпользования представляется крайне важным провести цикл исследований по оценке особенностей трансформации поля радиоактивного загрязнения днищ р. Течи в её нижнем течении и р. Исети с учётом особенностей гидрологического режима, типов речных русел и морфологии пойм различного уровня. Сопоставление полученных данных с предшествующими исследованиями, в частности с оценками уровней загрязнения пойм рек Течи и Исети на середину 1990-х и начало 2000-х годов [26, 28] позволит выявить современные тенденции перераспределения радионуклидов, связанные в основном с развитием эрозионно-аккумулятивных процессов без существенного поступления дополнительных порций радионуклидов непосредственно с территории ПО «Маяк».

Библиографический список

1. Аклеева А.В., Киселева М.Ф. Медико-биологические и экологические последствия радиоактивного загрязнения р. Течи. М., 2001. 531 с.
2. Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года / под ред. Ю.А. Израэля. М.:ИГКЭ Росгидромета и РАН, 2013. 140 с.
3. Баранов С.В., Баторшин Г.Ш., Мокров Ю.Г. и др. Теченский каскад водоемов ФГУП «ПО «Маяк»: текущее состояние и перспективы // Вопросы радиационной безопасности. 2011. № 1. С. 5–14.
4. Беркович К.М. Обь // Реки и озера мира. Энциклопедия. М., 2012. С. 479–498.
5. Булгаков А.А., Коноплев А.В., Попов В.Е., Бобовникова Ц.И., Сиверина А.А., Шкуратова И.Г. Механизмы вертикальной миграции долгоживущих радионуклидов в почвах 30-километровой зоны ЧАЭС // Почвоведение. 1990. № 10. С. 14–19.
6. Восточно-Уральский радиоактивный след / Под ред. В.Н. Чуканова. Екатеринбург, 1996. 167 с.
7. Глаголенко Ю.В., Дрожжко Е.Г., Мокров Ю.Г. Особенности формирования радиоактивного загрязнения р. Теча // Вопросы радиационной безопасности. 2007. № 2. С. 27–36.
8. Говорун А.П., Линник В.Г. Влияние ландшафтной структуры на распределение цезия-137 в пойме р. Течи // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы 2-ой Международной конференции. Томск, 2004. С. 150–153.
9. Говорун А.П., Чесноков А.В., Щербак С.Б. Особенности распределения Cs-137 и Sr-90 в пойме р. Течи в районе пос. Бродокалмака // Атомная энергия. 1999. Т. 86, вып. 1 С. 63–68.

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

10. Говорун А.П., Чесноков А.В., Щербак С.Б. Распределение запаса Cs-137 в пойме р. Теча в районе с. Муслюмово // Атомная энергия. 1998 Т. 84, Вып. 6. С. 545–550.
11. Голосов В.Н., Куксина Л.В., Иванов М.М., Фролова Н.Л., Иванова Н.Н., Беляев В.Р. Оценка перераспределения ^{137}Cs в пойменных отложениях реки Упы (Тульская область) после аварии на Чернобыльской АЭС // Изв. РАН. Сер. геогр. 2020. № 1. С. 67–79. DOI: 10.31857/S2587556620010082
12. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1 Вып. 11: Бассейн Иртыша. Л: Гидрометеоиздат, 1986.
13. Государственный водный кадастр. Река Исеть. URL:<https://textual.ru/gvr/index.php?card=195865> (дата обращения 03.04.2025)
14. Даванков А.Ю. Оценка ущерба, нанесённого загрязненным территориям аварией 1957 года // Охрана природы Южного Урала: областной экологический альманах. 2007. С. 53–55.
15. Дрожжко Е.Г., Мокров Ю.Г. Теченский каскад водоемов: проблемы безопасности и регулирования // Охрана природы южного Урала: областной экологический альманах. 2008. С. 44–51.
16. Ежегодники «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003–2023 г.». СПб.: Гидрометеоиздат, 2004–2024. URL: <https://egasmro.ru/ru/data> (дата обращения 03.04.2025)
17. Забавнова А.А. Сезонный сток рек бассейна Российского Иртыша: выпускная бакалаврская работа по направлению подготовки: 05.03.04 - Гидрология. Томск, 2021. URL:<https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vital:14939>.
18. Зайков Б.Д. Средний сток и его распределение в году по территории СССР // Тр. НИУ ГУГМС. Сер. IV. Вып. 24., 1946. С. 67–95.
19. Заключение комиссии по оценке экологической ситуации в районе производственного объединения «Маяк», организованной по решению Президиума АН СССР № 1140–501 // Радиобиология. 1991. Т. 31, Вып. 1. С. 436–452.
20. Израэль Ю.А., Квасникова Е.В., Линник В.Г. Радиоактивное загрязнение территории России. В кн.: Изменение природной среды в XX веке. М.: МОЛНИЕТ. 2012. С. 202–220.
21. Израэль Ю.А., Назаров И.М., Фридман Ш.Д., Квасникова Е.В. Методика и некоторые результаты авиационной гамма-съемки радиоактивного загрязнения территории европейской части России // Радиоактивные выпадения после ядерных взрывов и аварий: сборник статей. СПб.: Гидрометеоиздат, 1994. 280 с.
22. Казачёнак Н.Н. Геоэкология техногенных радиоактивных изотопов. Могилёв: Белорус.-Рос. ун-т, 2017. 283 с.
23. Караваева Е.Н., Молчанова И.В. Роль некоторых категорий почвенной влаги в вертикальном перемещении ^{90}Sr и ^{137}Cs в почве // Экология. 1979. № 1. С. 48–52.
24. Котова А.Ю., Санжарова Н.И. Поведение некоторых радионуклидов в различных почвах // Почвоведение. 2002. № 1. С. 108–120.
25. Куликов Н.В., Молчанова И.В., Караваева Е.Н. Радиоэкология почвенно-растительного покрова. Свердловск: Уральское отделение АН СССР, 1990. 172 с.
26. Линник В.Г. Ландшафтная дифференциация техногенных радионуклидов. М.: РАН, 2018. 372 с.
27. Линник В.Г. Ландшафтные методы в радиоэкологии // Научные аспекты экологических проблем России: труды Всероссийской конференции. М.: Наука, 2002. Т. 1. С. 364–369.
28. Линник В.Г. Радиоэкологический анализ речных бассейнов в районах влияния предприятий ядерно-топливного цикла // Труды V Международной научно-практической конференции «Экология речных бассейнов» (ERB-2009). Владимир, 2009. С. 60–65.
29. Линник В.Г. Техногенные радионуклиды в поймах р. Теча и среднего течения р. Енисей. // Вестник Московского университета. Сер. 5. География, 2011. № 4. С. 24–30.
30. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 347 с.
31. Маликова И.Н., Сухоруков Ф.В., Страховенко В.Д., Щербов Б.Л. О неоднородности современного распределения радиоцезия в почвах Западной Сибири // Научный журнал. 2010. № 10-05-00370. С. 56–70.
32. Мирошников А.Ю. Закономерности распределения и накопления радиоцезия в донных осадках Карского моря: автореф. диссертации на соискание учен. степени канд-т геол.-минерал. наук. ФГБУ Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН). Москва, 2012. 24 с.
33. Мокров Ю.Г. Реконструкция и прогноз радиоактивного загрязнения реки Теча: автореф. диссертации на соискание учен. степени д-р технических наук. ФГУП «ПО «Маяк». Озерск, 2005. 48 с.
34. Мокров Ю.Г. Реконструкция радиоактивного стока основных радионуклидов с водами р. Теча в период 1949–1954 гг. // Бюллетень Сибирской Медицины. 2005 Т. 4 № 2 С. 110–116.
35. Молчанова И.В., Караваева Е.Н. Эколо-геохимические аспекты миграции радионуклидов в почвенно-растительном покрове. Екатеринбург: Изд-во УРО РАН, 2001. 161 с.
36. Молчанова И.В., Караваева Е.Н., Михайловская Л.Н. Радиоэкологические исследования почвенно-растительного покрова. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. ISBN 5-7691-1655-2.
37. Молчанова И.В., Куликов Н.В. Радиоактивные изотопы в системе почва-растение. М.: Атомиздат, 1972. 84 с.
38. Муслюмово: итоги 50-летнего наблюдения / Под редакцией А.В.Аклеева и М.Ф.Киселева. Челябинск, 2001. URL: <http://nuclear.tatar.mtss.ru/of0000011.htm> (дата обращения: 03.04.2025).
39. Национальный атлас России. Природа и экология [Электронный ресурс] / Карты ФГУП «ГОСГИСЦЕНТР». Москва: Роскартография, 2007.
40. Никитин А.И., Крышев И.И., Чумичев В.Б., Крышев А.И., Валетова Н.К., Кабанов А.И., Катрич И.Ю., Рябцев И.А., Пельгунова Л.А., Полякова Н.И., Родин В.М., Мироненко А.Н. Радиоэкологический мониторинг Обь-Иртышской речной системы // Сборник материалов международной конференции «Радиоэкология: итоги, современное состояние и перспективы». 2008. С. 151–167.

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

41. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09. // Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 07.07.2009 №47. Зарегистрировано в Минюсте РФ 14.08.2009 №14534.
42. Отчет по экологической безопасности ФГУП «ПО «Маяк» за 2021 год / Госкорпорация. «Росатом»; ФГУП «ПО «Маяк». Озерск: РИЦ ВРБ; ФГУП «ПО «Маяк», 2022. 65 с.
43. Последствия техногенного радиационного воздействия и проблемы реабилитации Уральского региона / Под общ. ред. С.К. Шойгу. М.: Комтхехпринт, 2002. 287 с.
44. Радиоэкологическая обстановка в регионах расположения предприятий Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» / под общ. ред. И. И. Линге и И. И. Крышева. М., 2021. 555 с.
45. Региональная электронная гидрографическая сеть данных для Арктического региона. URL: <https://www.r-arcticnet.sr.unh.edu/v4.0/index.html> (дата обращения 03.04.2025)
46. Резонанс: Южно-Уральская атомная: быть или не быть? Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1991. 56 с.
47. Сапожников Ю.А., Алиев В.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 286 с.
48. Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Обнаружение промышленных загрязнений почвы и атмосферных выпадений на фоне глобального загрязнения. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 136 с.
49. Тарасов О.В. Радиоэкология наземных позвоночных головной части Восточно-Уральского радиоактивного следа: диссер. на соискание учен. степени канд-т биологич. наук. ФГУП «ПО «Маяк». Озерск, 2000. 151 с.
50. Трапезников А.В., Позолотина В.Н., Юшков П.И., Трапезникова В.Н., Молчанова И.В., Караваева Е.Н., Чеботаина М.Я., Ааркрог А., Дальгаард Х., Нильсен С.П., Чен К. Исследование радиоэкологической ситуации в реках Теча и Исеть, за-грязненных сбросами ПО «Маяк» // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин: Сборник научных трудов. Екатеринбург; Заречный: Уральский государственный технический университет, 1999. С. 20–66.
51. Трапезников А.В., Трапезникова В.Н., Коржавин А.В., Николкин В.Н. Миграция радионуклидов в пресноводных и наземных экосистемах: в 2 т. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. Т. 2. 400 с.
52. Трапезников А.В., Трапезникова В.Н., Коржавин А.В., Николкин В.Н. Радиоэкологический мониторинг пресноводных экосистем, Том I. Екатеринбург: Изд-во «АкадемНаука», 2014. 496 с.
53. Трапезников, А.В., Трапезникова В.Н. Пресноводная радиоэкология. Екатеринбург: «Наука», 2012. 544 с.
54. Фирсова В.П., Молчанова И.В., Мещеряков П.В. и др. Почвенно-экологические условия накопления и перераспределения радионуклидов в зоне ВУРСа. Екатеринбург, 1996. 138 с.
55. Хохряков В.В., Дрожеко Е.Г., Романов Г.Н., Мокров Ю.Г., Кямкин А.М., Воловуев П.В., Воробьев М.И., Костюченко В.А., Аклеев А.В., Челюканов В.В. Характеристика техногенного радиационного воздействия на территорию и население // Последствия техногенного радиационного воздействия и проблемы реабилитации Уральского региона. М., 2002. С. 39–44.
56. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. Крона Москва, 2009. 654 с.
57. Aarkrog A., Trapeznikov A., Molchanova I., Yushkov P., Pozolotina V., Polikarpov G., Dahlgaard H., Nielsen S. Environmental modelling of radioactive contamination of floodplains and sorlakes along the Techa and Iset rivers // Journal of Environmental Radioactivity, 2000. Vol. 49. Pp. 243–257.
58. Aarkrog A., Tsaturov Y., Polikarpov G.G. Sources to environmental radioactive contamination in the former USSR // Radiation protection. vol.71. European Comission. Directorate – General Environment, Civil Protection and Nuclear Safety. 1994. 62 p.
59. Chesnokov A.V., Govorun A.P., Linnik V.G., Shcherbak S.B. ^{137}Cs contamination of the Techa river flood plain near the village of Muslimovo // Journal of Environmental Radioactivity. 2000. Vol. 50. Pp. 179–191. DOI: 10.1016/S0265-931X(99)00110-1.
60. Hirose K. 2011 Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident: summary of regional radioactive deposition monitoring results // Journal of Environmental Radioactivity. 2012. Vol. 3. Pp. 111:13–7. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2011.09.003
61. Konoplev A.V., Bulgakov A.A., Popov V.E., Hilton J., Comans R.N. Long-Term Investigation of ^{137}Cs Fixation by Soils // Radiation Protection Dosimetry, 1996. Vol. 64, Pp. 15–18.
62. Playford K. Lewis G.N.J. and Carpenter R.C. Radioactive fallout in air and rain: results on the end of 1989. // Report AEA-EE-0227, DOE/HMIP/PR/91/042, Harwell Laboratories, UK, 1990, 21 p.
63. Sources contributing to radioactive contamination of the Techa river and areas surrounding the «Mayak» production association, Urals, Russia. Joint Norwegian-Russian Expert Group for Investigation of Radioactive Contamination in the Northern Areas. Osteras, 1997. 134 p.

References

1. Akleyeva A.V., Kiseleva M.F. (2001) Medico-biological and ecological consequences of radioactive contamination of the Techa River, Moskva, Russia
2. Atlas of the East Ural and Karachay radioactive traces, including forecast up to 2047 / Edited by Yu.A. Izrael. Moscow: IGCE of Roshydromet and RAS. Infosphere Foundation - NIA-Priroda, 2013. 140 p.
3. Baranov S.V., Batorshin G.Sh., Mokrov Y.G., et al. (2011) Techenskiy cascade of water reservoirs of FSUE ‘PA Mayak’: current state and prospects, Radiation safety issues, no. 1, pp. 5–14.
4. Berkovich K.M. (2012) Ob, Rivers and Lakes of the World. Encyclopaedia. M., pp. 479–498.
5. Bulgakov A.A., Konoplev A.V., Popov V.E., Bobovnikova C.I., Siverina A.A., Shkuratova I.G. (1990) Mechanisms of vertical migration of long-lived radionuclides in soils of 30-km zone of the Chernobyl NPP, Soil Science, no.10, pp. 14–19.
6. East-Ural radioactive trace / Edited by V.N. Chukanov. Ekaterinburg, 1996. 167 p.
7. Glagolenko, Yu.V., Drozhko, E.G., Mokrov, Yu.G. (2007) Features of the radioactive contamination formation in the Techa River (in Russian), Radiation safety issues, no. 2, pp. 27–36.
8. Govorun A.P., Linnik V.G. (2004) Influence of landscape structure on the spread of cesium-137 in the floodplain of the Techa river, Radioactivity and radioactive elements in human habitat: proceedings of the 2nd International Conference. Tomsk, pp. 150–153.

Экология и природопользование
Шамиурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

9. Govorun, A.P., Chesnokov, A.V., Scherbak, S.B. (1999) Peculiarities of Cs-137 and Sr-90 distribution in the Techa River floodplain near the Brodokalmak settlement (in Russian), Atomic Energy, Vol. 86, no. 1, pp. 63–68.
10. Govorun A.P., Chesnokov A.V., Scherbak S.B. (1998) Distribution of Cs-137 in the Techa River floodplain in the vicinity of the village of Muslyumovo, Atomic Energy, Vol. 84, no. 6, pp. 545–550.
11. Golosov V.N., Kuksina L.V., Ivanov M.M., Frolova N.L., Ivanova N.N., Belyaev V.R. (2020) Assessment of 137Cs redistribution in floodplain sediments of the Upa River (Tula region) after the Chernobyl accident, Izvestia of the Russian Academy of Sciences. Series geographical, no. 1, pp. 67–79. DOI: 10.31857/S2587556620010082
12. State Water Cadastre. Multiyear data on the regime and resources of terrestrial surface waters. Vol. 1, no. 11: Irtysh Basin, L: Gidrometeoizdat, 1986.
13. State Water Cadastre. Iset River. URL:<https://textual.ru/gvr/index.php?card=195865> (accessed on 03.04.2025)
14. Davankov A. Yu. (2007) Assessment of the damage caused to the polluted territories by the accident of 1957, Nature Protection of the Southern Urals: regional ecological almanac, pp. 53–55.
15. Drozhko E. G., Mokrov Yu. G. (2008) Techenskiy cascade of reservoirs: problems of safety and regulation, Nature protection of the southern Urals: regional ecological almanac, pp. 44–51.
16. Yearbooks «Radiation Situation in Russia and Neighbouring Countries in 2003–2023». St. Petersburg: Hydrometeoizdat, 2004–2024. URL: <https://egasmro.ru/ru/data> (accessed on 03.04.2025).
17. Zabavnova A.A. (2021) Seasonal runoff of the rivers of the Russian Irtysh basin. Bachelor's thesis. Tomsk, URL: <https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vital:14939>.
18. Zaikov B.D. (1946) Average runoff and its distribution in a year on the territory of the USSR, Proc. of NIU GUGMS. NIU GUGMS. Ser. IV, Vol. 24, pp. 67–95.
19. Conclusion of the Commission for Assessment of the Environmental Situation in the Area of the Production Association «Mayak», organised by the Decision of the Presidium of the USSR Academy of Sciences No. 1140-501, Radiobiology, 1991, Vol. 31, no. 1, pp. 436–452.
20. Izrael Yu.A., Kvasnikova E.V., Linnik V.G. (2012) Radioactive contamination of the territory of Russia. Changes in the natural environment of Russia in the XX century (2012), Moskva, Russia.
21. Izrael Yu.A., Nazarov I.M., Friedman S.D., Kvasnikova E.V. (1994) Methods and some results of aviation gamma survey of radioactive contamination of the territory of the European part of Russia // Radioactive fallout after nuclear explosions and accidents: collection of articles, SPb.: Gidrometeoizdat, 280 p.
22. Kazachenok N.N. (2017) Geoecology of technogenic radioactive isotopes. Mogilev: Belorus.-Ros. un. university.
23. Karavaeva, E.N., Molchanova I.V. (1979) Role of some categories of soil moisture in vertical movement of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in soil, Ecology, no. 1, pp. 48–52.
24. Kotova A.Yu., Sanzharova N.I. (2002) Behaviour of some radionuclides in different soils, Soil Science, no. 1, pp. 108–120.
25. Kulikov N.V., Molchanova I.V., Karavaeva E.N. (1990) Radioecology of soil and vegetation cover. Sverdlovsk, Russia.
26. Linnik V.G. (2018) Landscape differentiation of technogenic radionuclides, Moskva, Russia.
27. Linnik V.G. (2002) Landscape methods in radioecology, Scientific Aspects of Environmental Problems of Russia: Proceedings of the All-Russian Conference. M: Science, no. 1., pp. 364–369.
28. Linnik V.G. (2009) Radioecological analysis of river basins in areas of influence of nuclear fuel cycle enterprises, Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference «Ecology of river basins» (ERB-2009), pp. 60–65.
29. Linnik V.G. (2011) Technogenic radionuclides in floodplains The flow and middle current of the Yenisei River, *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya*, no. 4, pp. 24–30.
30. Makkaveev N.I. (1955) River bed and erosion in its basin, Moskva, Russia
31. Malikov I.N., Sukhorukov F.V., Strakhovenko V.D., Scherbov B.L. (2010) On the heterogeneity of the modern distribution of radiocaesium in the soils of Western Siberia, Scientific Journal, no. 10-05-00370, pp. 56–70.
32. Miroshnikov A.Yu. Regularities of distribution and accumulation of radiocaesium in bottom sediments of the Kara Sea. Candid. Dis. Moscow, 2012. 24 p.
33. Mokrov Yu.G. (2005) Reconstruction of radioactive runoff of the main radionuclides with the waters of the Techa River in the period 1949–1954, Bulletin of Siberian Medicine, Vol. 4, no. 2, pp. 110–116.
34. Mokrov Y.G. Reconstruction and forecast of radioactive contamination of the Techa River. Doct. Dis. Ozersk, 2005. 48 p.
35. Molchanova I.V., Karavaeva E.N. (2001) Ecological and geochemical aspects of radionuclide migration in soil and vegetation cover, Ekaterinburg, Russia.
36. Molchanova I.V., Karavaeva E.N., Mikhailovskaya L.N. (2006) Radioecological Investigations of the Soil and Vegetation Cover, Ekaterinburg, Russia.
37. Molchanova I.V., Kulikov N.V. (1972) Radioactive isotopes in the soil-plant system, Moskva, Russia.
38. Muslyumovo: results of 50-year observation / Edited by A.V. Akleyev and M.F. Kiselev. Chelyabinsk, 2001.
39. National atlas of Russia. Nature and ecology [Electronic resource] / Maps of FSUE «GOSGISCENTER». Moscow: Roskartografia, 2007.
40. Nikitin A. I. I. I., Kryshev I. I., Chumichev V. B., Kryshev A. I., Valetova N. K., Kabanov A. I., Katrich I. Yu. M., Mironenko A. N. (2008) Radioecological monitoring of the Ob-Irtysh river system, Proceedings of the international conference «Radioecology: results, current state and prospects», pp. 151–167.
41. SanPiN 2.6.1.2523-09. Radiation Safety Norms (NRB-99/2009): Sanitary and Epidemiological Rules and Regulations, Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated 07.07.2009 No. 47. Registered in the Ministry of Justice of the Russian Federation 14.08.2009 №14534.
42. Report on ecological safety of FSUE PO Mayak for 2021 / State Corporation. «Rosatom»; FGUP «PA Mayak». Ozersk: RIC VRB; FGUP PO Mayak, 2022. 65 p.
43. Consequences of man-made radiation exposure and problems of rehabilitation in the Ural region / Edited by S.K. Shoigu. Moscow: Komtehprint, 2002. 287 p.

Экология и природопользование
Шамшурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

44. Radioecological situation in the regions where the enterprises of the State Atomic Energy Corporation ‘Rosatom’ are located / Edited by I. I. Linge and I. I. Kryshev. I. Linge and I. I. Kryshev. M., 2021. 555 p.
45. Regional electronic hydrographic data network for the Arctic region. URL: <https://www.r-arcticnet.sr.unh.edu/v4.0/index.html> (accessed on 03.04.2025).
46. Resonance: South Ural Nuclear Power Plant: To Be or Not to Be? Chelyabinsk: South Ural Book Publishing House, 1991. 56 p.
47. Sapozhnikov Yu.A., Aliev V.A., Kalmykov S.N. (2006) Radioactivity of the Environment. Theory and Practice, Moskva, Russia.
48. Silantiev A.N., Shkuratova I.G. (1983) Detection of industrial pollution of soil and atmospheric deposition against the background of global pollution, Leningrad, Russia.
49. Tarasov O.V. Radioecology of terrestrial vertebrates of the head part of the East-Ural radioactive trace. Candid. Dis. Ozersk, 2000. 151 p.
50. Trapeznikov A.V., Pozolotina V.N., Yushkov P.I., Trapeznikova V.N., Molchanova I.V., Karavaeva E.N., Chebotaina M.Ya, Chen K. (1999) «Investigation of radioecological situation in the Techa and Iset rivers contaminated by discharges of PA «Mayak», Problems of radioecology and frontier disciplines: Collection of scientific papers, Ural State Technical University, pp. 20–66.
51. Trapeznikov A.V., Trapeznikova V.N., Korzhavin A.V., Nikolkin V.N. (2007) Radionuclide migration in freshwater and terrestrial ecosystems, Vol. 2, Ekaterinburg, Russia.
52. Trapeznikov A.V., Trapeznikova V.N., Korzhavin A.V., Nikolkin V.N. (2014) Radioecological monitoring of freshwater ecosystems, Vol. I, Ekaterinburg, Russia.
53. Trapeznikov A.V., Trapeznikova V.N. (2012) Freshwater Radioecology. Ekaterinburg, Russia.
54. Firsova V.P., Molchanova I.V., Meshcheryakov P.V. et al. (1996) Soil and ecological conditions for the accumulation and redistribution of radionuclides in the VURS zone, Ekaterinburg, Russia.
55. Khokhryakov V.V., Drozhko E.G., Romanov G.N., Mokrov Y.G., Kyamkin A.M., Volobuev P.V., Vorobieva M.I., Kostyuchenko V.A., Akleyev A.V., Chelyukanov V.V. (2002) Characteristics of technogenic radiation impact on the territory and population, Consequences of technogenic radiation impact and problems of rehabilitation of the Ural region, pp. 39–44.
56. Chernov A.V. (2009) Geography and Geocological Condition of Riverbeds and Floodplains in Northern Eurasia, Moskva, Russia.
57. Aarkrog A., Trapeznikov A., Molchanova I., Yushkov P., Pozolotina V., Polikarpov G., Dahlgaard H., Nielsen S. (2000) Environmental modelling of radioactive contamination of floodplains and sorlakes along the Techa and Iset rivers // Journal of Environmental Radioactivity, Vol.49, pp. 243–257.
58. Aarkrog A., Tsaturop Y., Polikarpov G.G. (1994) Sources to environmental radioactive contamination in the former USSR, Radiation protection. vol.71. European Comission. Directorate – General Environment, Civil Protection and Nuclear Safety, 62 p.
59. Chesnokov A.V., Govorun A.P., Linnik V.G., Shcherbak S.B. 137Cs contamination of the Techa river flood plain near the village of Muslimovo // Journal of Environmental Radioactivity. 2000. Vol. 50. P. 179–191. DOI: 10.1016/S0265-931X(99)00110-1
60. Hirose K. (2012) 2011 Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident: summary of regional radioactive deposition monitoring results // Journal of Environmental Radioactivity, Vol. 3, P. 111:13–7. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2011.09.003
61. Konoplev A.V., Bulgakov A.A., Popov V.E., Hilton J., Comans R.N. (1996) Long-Term Investigation of ¹³⁷Cs Fixation by Soils, Radiation Protection Dosimetry, Vol. 64, p. 15–18.
62. Playford K. Lewis G.N.J. and Carpenter R.C. (1990) Radioactive fallout in air and rain: results on the end of 1989, Report AEA-EE-0227, DOE/HMIP/PR/91/042, Harwell Laboratories, UK, 21 p.
63. Sources contributing to radioactive contamination of the Techa river and areas surrounding the «Mayak» production association, Urals, Russia. Joint Norwegian-Russian Expert Group for Investigation of Radioactive Contamination in the Northern Areas. Osteras, 1997, 134 p.

Статья поступила в редакцию: 21.11.24, одобрена после рецензирования: 12.08.25, принятая к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 21 November 2024; approved after review: 12 August 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Шамшурина Евгения Николаевна

кандидат биологических наук, научный сотрудник,
 лаборатории геохимии природных вод,
 географический факультет,
 Московский государственный университет
 им. М.В. Ломоносова;
 119899, Россия, Москва, Ленинские горы, 1

Information about the authors

Evgenia N. Shamshurina

Candidate of Biological Sciences, Scientific
 Researcher, Laboratory of Geochemistry of Natural
 Waters, Faculty of Geography,
 Lomonosov Moscow State University;
 1, Leninskie Gory, Moscow, Russia, 119899

e-mail: shamshyr@mail.ru

Экология и природопользование
Шамшурина Е.Н., Куракова А.А., Коноплев А.В., Голосов В.Н.

Куракова Анна Александровна

кандидат географических наук, научный сотрудник,
лаборатории геохимии природных вод,
географический факультет,
Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова;
119899, Россия, Москва, Ленинские горы, 1

e-mail: a.a.kurakova@mail.ru

Коноплев Алексей Владимирович

доктор биологических наук, заведующий
лабораторией геохимии природных вод,
географический факультет,
Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова;
119899, Россия, Москва, Ленинские горы, 1

e-mail: alexeikonoplev@gmail.com

Валентин Николаевич Голосов

доктор географических наук, ведущий научный
сотрудник лаборатории геохимии природных вод,
географический факультет,
Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова;
119899, Россия, Москва, Ленинские горы, 1

e-mail: golossov@gmail.com

Anna A. Kurakova

Candidate of Geographical Sciences, Scientific
Researcher, Laboratory of Geochemistry
of Natural Waters, Faculty of Geography,
Lomonosov Moscow State University;
1, Leninskie Gory, Moscow, Russia, 119899

Alexey V. Konoplev

Doctor of Biological Sciences, Head of Laboratory,
Laboratory of Geochemistry of Natural Waters,
Faculty of Geography,
Lomonosov Moscow State University;
1, Leninskie Gory, Moscow, Russia, 119899

Valentin N. Golosov

Doctor of Geography, Leading Researcher, Laboratory
of Geochemistry of Natural Waters, Faculty of
Geography,
Lomonosov Moscow State University;
1, Leninskie Gory, Moscow, Russia, 119899

Вклад авторов

Шамшурина Е.Н. – анализ данных, подготовка рукописи статьи.

Куракова А.А. – геоинформационное картографирование, подготовка рукописи статьи и рисунков.

Коноплев А.В. – подготовка рукописи статьи.

Голосов В.Н. – подготовка рукописи статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Evgenia N. Shamshurina – data analysis, preparation of the manuscript.

Anna A. Kurakova – GIS mapping, preparation of the manuscript.

Alexey V. Konoplev – preparation of the manuscript.

Valentin N. Golosov – preparation of the manuscript.

The authors declare no conflict of interest.

Рекреационная география и туризм
Завадская А.В., Непомнящий В.В., Чижова В.П.

РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ И ТУРИЗМ

Научная статья

УДК 502.4 + 502.5

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-165-175

EDN: SOZOLV



ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О РЕКРЕАЦИОННОЙ ЁМКОСТИ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Анна Викторовна Завадская¹, Виктор Владимирович Непомнящий², Вера Павловна Чижова³

² Государственный природный биосферный заповедник «Хакасский», г. Абакан, Россия

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

¹ anya.zavadskaya@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0784-4877, ResearcherID: B-3804-2018, Scopus Author ID: 36348912800, RINЦ Author ID: 602299

² mail@zapovednik-khakassky.ru, ORCID: 0009-0003-6998-9435, RINЦ Author ID: 610260, ResearcherID: MBV-7663-2025

³ v.p.chizhova@gmail.com, Scopus Author ID: 6603122242, Istina Researcher ID (IRID): 568211

Аннотация. В публикации представлена ретроспектива развития концепции рекреационной ёмкости как центрального понятия в управлении туризмом на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), а также обзор основных мировых и отечественных подходов к ее определению. Авторами выделяются три периода эволюции трактования понятия «рекреационная ёмкость».

Выявлены первые упоминания, установлено, что генезис термина происходит из концепции ёмкости пастбищных угодий, отражающей зависимость степени деградации экосистемы от интенсивности нагрузки. Второй этап эволюции определен в период бурного развития туризма на ООПТ всего мира – с середины 1960-х до 1980-х гг. Авторы определяют данный этап как период переосмысливания и расширения понятия. Раскрываются основные изменения в подходах не только к самому термину, но и к туризму как отрасли народного хозяйства, к осознанию необходимости его научного сопровождения и, как следствие, формированию новых научных направлений и дисциплин. Последовательно приводятся примеры отечественных и зарубежных исследований, отражающих новую парадигму и переосмысление подходов. Третий этап эволюции понятия тесно связан с появлением современных моделей управления туризмом на ООПТ и активным внедрением в практическую деятельность принципов устойчивого развития и экологического туризма.

Авторы подчеркивают ошибочность широко распространенного одностороннего трактования понятия «рекреационная ёмкость» и подмены его понятием «допустимая рекреационная нагрузка», раскрывая разницу между этими терминами. Анализируются современные подходы к нормативно-правовому регулированию рекреационного природопользования и определению рекреационной ёмкости. С учетом многолетних собственных практических исследований авторами предлагается личное определение рекреационной ёмкости и рассматриваются алгоритмы определения рекреационной ёмкости ООПТ, в том числе область практического применения и механизмы повышения достоверности расчетных данных.

Ключевые слова: рекреационная ёмкость, допустимая рекреационная нагрузка, рекреационное природопользование, рекреационное воздействие, рекреационная нагрузка на особо охраняемые природные территории

Для цитирования: Завадская А.В., Непомнящий В.В., Чижова В.П. История становления и эволюция представлений о рекреационной ёмкости природных территорий // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 165–175. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-165-175. EDN: SOZOLV

RECREATIONAL GEOGRAPHY AND TOURISM

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-165-175

EDN: SOZOLV

THE HISTORY AND EVOLUTION OF THE CONCEPT OF RECREATIONAL CARRYING CAPACITY OF NATURAL TERRITORIES

Anna V. Zavadskaya¹, Viktor V. Nepomnyashchiy², Vera P. Chizhova³

² Khakassky State Nature Biosphere Reserve, Abakan, Russia

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

¹ anya.zavadskaya@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0784-4877, ResearcherID: B-3804-2018, Scopus Author ID: 36348912800, RSCI Author ID: 602299

² mail@zapovednik-khakassky.ru, ORCID: 0009-0003-6998-9435, RSCI Author ID: 610260, ResearcherID: MBV-7663-2025

³ v.p.chizhova@gmail.com, Scopus Author ID: 6603122242, Istina Researcher ID (IRID): 568211



© 2025 Завадская А. В., Непомнящий В. В., Чижова В. П. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы ознакомиться с условиями этой лицензии, перейдите по ссылке <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Рекреационная география и туризм
Завадская А.В., Непомнящий В.В., Чижова В.П.

Abstract. The paper presents a retrospective analysis of the development of the ‘recreational carrying capacity’ concept as a central framework for tourism and visitor management in natural protected areas and also provides an overview of major international and Russian approaches to its determination.

The authors identify three distinct periods in the evolution of the term ‘recreational carrying capacity’. The genesis of the concept is traced back to grazing land management theory, which established the relationship between ecosystem degradation and the intensity of use. The second period, spanning from the mid-1960s to the 1980s, is marked by a rapid expansion of tourism in protected natural areas worldwide. This stage is characterized by rethinking and broadening of the concept, alongside a paradigm shift in tourism as an economic sector, an increasing need for scientific guidance, and the emergence of new academic disciplines. The paper presents examples of both Russian and international studies reflecting these changes and the new paradigm. The third period is closely tied to the advent of models of modern tourism management in protected natural areas and the implementation of sustainable development principles, including ecological tourism.

The paper critiques the widespread misinterpretation of the ‘recreational carrying capacity’ concept and its substitution with concepts such as ‘permissible recreational load’ or ‘numerical visitor capacity’, emphasizing the distinctions between these terms. The authors analyze contemporary approaches to the regulatory legal frameworks governing recreational nature use and the methodologies for determining recreational carrying capacity. Drawing on extensive practical research, the authors propose an original definition of ‘recreational carrying capacity’ and discuss detailed algorithms for its determination, including practical applications and strategies for enhanced data validity.

Keywords: recreational carrying capacity, permissible recreational load (numerical visitor capacity), recreational nature use, recreational impact, recreational load on protected natural areas

For citation: Zavadskaya, A.V., Nepomnyashchiy, V.V., Chizhova, V.P. (2025). The history and evolution of the concept of recreational carrying capacity of natural territories. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 165–175. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-165-175. EDN: SOZOLV

Введение

Современное развитие внутреннего туризма, постковидная туристическая активность населения, повышенный интерес к рекреационным возможностям охраняемых территорий вызывают необходимость переосмысливания управлеченческих подходов, актуализации и совершенствования правового регулирования туристско-рекреационной сферы. Принимаемые в настоящее время нормативно-правовые акты в сфере туризма отдельное внимание уделяют естественным возможностям и ограничениям природных территорий к потоку посетителей, а ключевым элементом становится понятие «рекреационная ёмкость». При этом необходимо отметить, что само понятие и смысловая его часть в научном сообществе нашей страны до сих пор имеет узкое трактование, а нормативно закрепленная дефиниция ограничивает возможности полноценного и комплексного развития туристско-рекреационного потенциала ООПТ. Таким образом, вопросы изучения рекреационных нагрузок и переосмысливание концепции рекреационной ёмкости ООПТ в настоящее время не только не потеряли своей актуальности, но и приобретают еще большую значимость в контексте планируемого развития внутреннего туризма России. От того, какой подход к управлению рекреационным природопользованием на ООПТ мы примем, будет зависеть и сама суть природоохранной и экопросветительской миссии, возложенной на заповедники и национальные парки. Поиск количественных закономерностей изменений природного комплекса при рекреационном воздействии в условиях режима ООПТ чрезвычайно трудоемок, локален и вряд ли может быть экстраполирован на другие территории. А многочисленные исследования на ООПТ в различных природных зонах мира исключительно путем поиска пределов допустимой нагрузки в большинстве случаев подвергаются сомнению [2]. Таким образом, устойчивое использование охраняемых территорий для туризма без ущерба для их экосистем требует особых комплексных подходов и принятия управлеченческих решений, направленных на регулирование воздействия.

Концепции рекреационной ёмкости и допустимых рекреационных нагрузок тесно связаны, а в нашей стране нередко интерпретируются как синонимы, где главенствующей целью является попытка определить пределы роста туризма без ущерба для природных территорий. Необходимо отметить, что само понятие родилось и изначально применялось на ООПТ [40, 48, 49], а уже впоследствии получило более широкое распространение и вышло за рамки исключительно природных объектов. Сегодня оно занимает центральное место в сфере управления рекреационным природопользованием на ООПТ всего мира. Используя сравнительно-исторический и хронологический методы, авторами выделены основные периоды и вехи в истории развития подходов к определению рекреационной ёмкости и управлению туризмом на ООПТ в России и мире (рис. 1). На основе собственных исследований, а также многолетнего практического опыта использования получаемых числовых значений определены недостатки количественного метода и обоснована необходимость перехода к комплексному «управленческому» подходу в развитии туризма на ООПТ России.

Рекреационная география и туризм
Завадская А.В., Непомнящий В.В., Чижова В.П.

Изложение основного материала

Ранний период 1930–1960 гг. Понятие «*ёмкость территории*» применительно к туризму и рекреации исторически было заимствовано из сферы управления местообитаниями диких животных и пастбищными угодьями [34, 39], где оно относится к «максимальному количеству животных определенного вида, которые могут из года в год обитать в рассматриваемой экосистеме, сохраняя способность к воспроизведению и не приводя к деградации природного комплекса» [36]. Первые попытки использования концепции рекреационной ёмкости относятся к 1930-м гг. и связаны с растущей обеспокоенностью масштабами экологического воздействия туризма на экосистемы ООПТ. Одни исследователи [39] датируют возникновение концепции 1930 г. и в качестве автора называют Кеннета МакМерри [38], другие [34, 35, 49] годом рождения понятия считают 1936 г., когда в отчете Службы национальных парков США впервые в мире ставится вопрос: «Какое количество людей могут пройти по природной территории, не нарушив ее основных качеств?» [46, 49].

Таким образом, модель рекреационной ёмкости территории по аналогии с пастбищной ёмкостью основывается в момент своего возникновения на гипотезе зависимости степени деградации природного комплекса от интенсивности рекреационной нагрузки (числа посетителей). На раннем этапе она представляет собой количественный показатель (допустимую норму) нагрузки (количество туристов в единицу времени на единицу площади), которую природный комплекс может выдержать без деградации.

1960-е – середина 1980-х гг. Период переосмысливания и расширения понятия. Данный период ознаменован бурным развитием туризма на ООПТ в зарубежных странах и государственной политики по организации массового туризма в нашей стране. Повсеместно происходит накопление практического опыта, знаний, проявляются обострения экологической обстановки на посещаемых территориях, проблемы, связанные с переполненностью природных объектов посетителями, снижением качества впечатлений и, как следствие, пересмотром и расширением представлений о рекреационной ёмкости. В этот период в нашей стране развивается новое научное направление в географии – рекреационная география, закладываются основы рекреационного природопользования [3]. Этот же период считают временем окончательного становления рекреационной экологии в зарубежных странах, где переход к более комплексному осмыслению понятия рекреационной ёмкости начался несколько раньше. Так, Уилбур ЛаПейдж [31] акцентирует внимание на том, что центральное место в концепции рекреационной ёмкости должно занимать не количество, а качество, и впервые задается вопросами «Какие индикаторы указывают на превышение рекреационной ёмкости?» и «Каковы «критические уровни» удовлетворенности посетителей, которые важно обеспечить при организации туризма?» Первое же концептуальное определение рекреационной ёмкости дал в 1964 г. Джон Вагар [48]: «уровень использования, который может поддерживаться территорией без ущерба для ее качества». При этом подчеркивается, что рекреационная ёмкость не является внутренней характеристикой места, она зависит от потребностей и ценностей посетителей и может быть определена только в контексте управленческих целей для конкретной территории. Управленческие же действия должны нивелировать конфликт между качеством и количеством (например, зонирование или инфраструктурное обустройство территории).

Таким образом, с конца 1960-х гг. трактовка рекреационной ёмкости как сугубо экологической дефиниции перестает существовать и постепенно расширяется социальными, социокультурными и социально-экологическими аспектами. Регулирование туристского потока рассматривается с учетом социологических исследований, оцениваются опыт посетителей, факторы, влияющие на удовлетворенность путешествием, и др. [30, 33, 36, 41, 42]. В 1981 г. Всемирная туристская организация (ВТО) дает следующее определение: «Рекреационная ёмкость – это максимальное число людей, которые могут одновременно посетить туристский объект, не разрушая его физическую, экономическую и социокультурную среду и не вызывая существенного снижения качества впечатлений посетителей» [47].

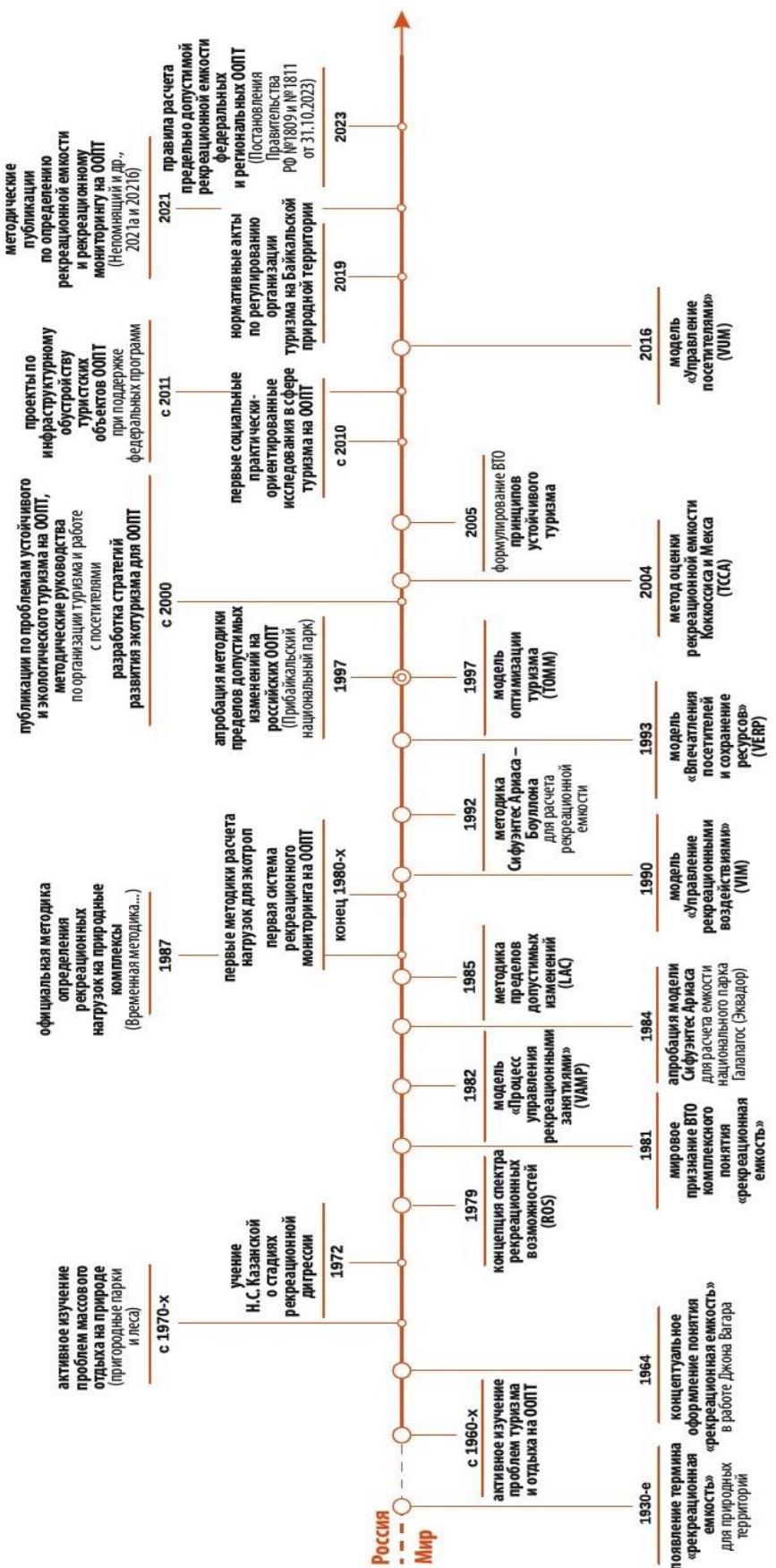


Рис. 1. Основные вехи в истории развития подходов к определению рекреационной ёмкости и управлению туризмом на ООПТ в России и мире (составлено авторами)
Fig. 1. Key milestones in the history of approaches to determining recreational carrying capacity and tourism management in protected areas in Russia and globally
(compiled by the authors)

Рекреационная география и туризм
Завадская А.В., Непомнящий В.В., Чижова В.П.

Экологический же компонент рекреационной ёмкости в этот период также продолжал развиваться. Особенно значительными были успехи отечественных исследователей в оценке последствий рекреационной деятельности на природные комплексы. Это период активных исследований последствий «вытаптывания», рождения учения Казанской Н.С. о стадиях рекреационной дигрессии [4, 5], ставшего хрестоматийным для определения норм рекреационной нагрузки, углубления понимания связей между показателями использования и изменением экосистем. Работы отечественных специалистов [16] концентрируются в большинстве своем на поиске допустимого (порогового) уровня изменения природного комплекса, который приравнивается к пределу экологической устойчивости экосистемы, связи этого уровня с интенсивностью нагрузки (в первую очередь ее количественными показателями – числом посетителей на единицу площади природного комплекса) и его зависимости от различных факторов среды (например, почвенного и растительного покровов, крутизны склона, увлажненности). В то же время уже в эти годы многие исследования [5, 17, 18, 20] показывают, что разные ландшафты (и даже разные типы одного ландшафта) неодинаково реагируют на чрезмерное рекреационное использование.

Вместе с тем количественный подход и допустимые нагрузки в данный период все же сохранялись и совершенно точно выступали ориентиром в управлении ООПТ, хоть и с учетом социально-экономических факторов и качества впечатлений посетителей. Определение норм допустимых рекреационных нагрузок стало основным методом управления туризмом в уязвимых природных территориях в 70-х гг. XX в., говорится в итоговых документах Всемирного конгресса по охраняемым природным территориям, проведенного в Дурбане в 2003 г. [28]. К проблеме определения допустимой нагрузки, или ёмкости рекреационных территорий, обращались многие исследователи. По этому поводу Дж. Станкей [45] писал, что практически ни одно из понятий рекреационного планирования не привлекало такого внимания как ёмкость, основанная на определении допустимой нагрузки. Организации, занимающиеся планированием рекреационной деятельности и пытающиеся определить ёмкость рекреационных территорий для решения стоящих перед ними задач, он образно сравнивает с алхимикиами древности, искавшими средство превращать простые металлы в золото [21].

Середина 1980-х гг. по настоящее время. Третий этап эволюции понятия тесно связан с появлением современных моделей управления туризмом на ООПТ и реализации принципов устойчивого развития и экологического туризма. В концептуальном отношении это период перехода с поиском ответа на вопрос «Сколько?» к ответам на вопросы «Зачем?» и «Как?». В этот период оформляется переход к стратегическим целям туризма для территории, установлению допустимых пределов изменения (стандартов, порогов) состояния различных составляющих условий среды (экологического состояния экосистем, ожиданий и предпочтений посетителей, социально-экономических и социокультурных условий и др.) и поиску эффективных управленческих механизмов, обеспечивающих сохранение объектов в этом состоянии.

В отличии от зарубежных исследователей отечественная школа рекреационного природопользования в начале третьего этапа не признавала иные подходы, кроме стандартизации, основанной на расчетных данных, что во многом объясняется традициями ведения народного хозяйства советского периода. Стремление свести определение рекреационных нагрузок к жестким нормативам привело к разработке «Временной методики определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового по-вседневного отдыха, и временные нормы этих нагрузок» (1987), которая становится базовой при разработке территориальных рекреационных планировок и схем [3]. Позднее созданы отраслевые стандарты измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы (1995), однако данный подход, изначально разработанный для нормирования рекреационных нагрузок в местах массового отдыха, не отвечает потребностям управления рекреационным воздействием в условиях ООПТ, где пространственное распределение рекреантов и характер воздействия на природную среду совершенно иные [7, 19].

Справедливости ради необходимо отметить, что отдельные зарубежные исследования также не оставляли попытки сформировать комплексную математическую модель, устраняющую недостатки традиционного подхода определения предельно допустимого уровня нагрузки. Так, наиболее продвинутыми можно считать математические модели, предложенные Мигелем Сифуэнтес Ариасом [26] и Роберто Боуллоном [23], где рекреационная ёмкость определяется состоянием параметров среды с учетом всех имеющихся ограничений для развития туризма. Данные модели получили широкое внедрение на ООПТ Коста-Рики, а в 1996 г. Международный союз охраны природы (МСОП) рекомендовал методику для определения рекреационной ёмкости ООПТ [25, 28]. Однако, как и в отечественной школе, зарубежные математические модели вряд ли могут гарантировать стопроцентную достоверность, так как получаемые данные будут отличаться непостоянностью в силу динамичности условий среды и необходимости периодической актуализации данных. Авторы соглашаются с мнением ряда исследователей [27], что получаемые числовые значения ёмкости не инструменты управления туризмом сами по себе, а важные стратегические ориентиры для их разработки, то есть лишь одна из многих составляющих системы поддержки принятия решений в сфере рекреационного природопользования на ООПТ.

Фундаментально изменившими концепцию рекреационной ёмкости можно считать качественные (управленческие) подходы, формирование которых началось в середине 1970-х гг. Они стали результатом поиска эффективного практического применения концепции рекреационной ёмкости для ООПТ и методов обеспечения

Рекреационная география и туризм
Завадская А.В., Непомнящий В.Б., Чижкова В.П.

достижения туризмом своих целей по сохранению природных комплексов и расширению круга сторонников природоохранных идей (как среди туристов, так и среди населения). Эти подходы концептуально основаны на эволюционно зрелом понимании рекреационной ёмкости как системы, включающей природные и социальные, внутренние (условия среды) и внешние (посетители) составляющие и регулируемой активными управленческими действиями.

На необходимость изменения подхода от нормативного к управленческому одними из первых указывали и советские ученые. Так, работа Айи Жановны Меллумы, Ритмы Харалдовны Рунгуле и Индулиса Вильевича Эмисса «Отдых на природе как природоохранная проблема» [8] стала одной из первых на постсоветском пространстве публикаций, включающих материалы социологических исследований, показывающих тенденции использования свободного времени для отдыха на природе и отношение человека к природной среде в местах отдыха. Авторы книги одними из первых в бывшем СССР обратили внимание на необходимость учета данных факторов в планировании и управлении туризмом на охраняемых территориях.

Среди всего разнообразия качественных управленческих подходов к управлению рекреационной ёмкости хрестоматийной стала концепция пределов допустимых изменений (ПДИ), активно использовавшаяся в зарубежных странах. Концепция ПДИ была разработана в 1985 г. специалистами Исследовательской лаборатории по управлению дикой природой (город Миссула) Лесной службы США [44] и использовалась преимущественно для управления туризмом на территориях дикой природы (категория Iв по классификации МСОП), но была апробирована и для ряда исторических объектов и туристских зон [43]. Классическими примерами внедрения методики стали работы, проведенные в комплексе территорий дикой природы Боба Маршала. Сегодня концепция является одной из самых распространенных в мире и используется на ООПТ всех континентов. Она чаще всего применяется для планирования туризма на уровне ООПТ и для целей оперативного управления туристскими объектами на локальном уровне [24]; методика интегрирована в структуру многих более поздних управленческих моделей.

В нашей стране методика ПДИ впервые была представлена научной и природоохранной общественности лишь в самом конце прошлого века после публикации в Иркутске книги Калихмана А.Д. с соавторами под названием «Методика “Пределов допустимых изменений” на Байкале – участке Всемирного наследия ЮНЕСКО» [6]. Изложенная в указанной книге и позднее в работе Широкова Г.И. и др. [22] методика ПДИ в определенном смысле представляет собой альтернативу методике допустимых рекреационных нагрузок. Если в методике допустимых нагрузок основным показателем является предельно допустимое количество посетителей в единицу времени на единицу площади, то в методике ПДИ за основной показатель выбраны предельно возможные изменения исходных природных ландшафтов [21].

В 1987 г. за рубежом выходит первый учебник по рекреационной экологии и управлению рекреационным воздействием [29], впоследствии ставший классическим и многократно переиздававшийся. А в 1997 г. Майкл Лиддл публикует свой обширный сборник по рекреационной экологии [32], вместивший результаты более чем 900 исследований со всего мира. В целом же к концу XX в. вeka большинство зарубежных исследователей приходят к однозначному пониманию ограниченности и неэффективности количественного подхода определения рекреационной ёмкости, а к началу XXI в. отдельные ученые выступают уже крайне категорично: «Настало время похоронить концепцию числового туризма и расчетов рекреационной ёмкости» [37].

В постсоветский период в связи с бурным развитием системы ООПТ России, появлением федеральных проектов по развитию инфраструктуры туризма на ООПТ и либерализацией природоохранного законодательства возникает острая необходимость правового регулирования организации и управления туризмом на ООПТ. И вновь одним из главных вопросов является проблема обоснованного ограничения и нормирования количества посетителей на ООПТ. На основе отечественных разработок подготавливаются региональные нормативно-правовые акты, регулирующие туризм на уязвимых территориях (Постановление Правительства Иркутской области № 777-пп от 19.09.2019 г.) [12, 13]. В рамках государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» осуществляются крупные НИОКРы, направленные на определение предельно-допустимых и оптимальных рекреационных нагрузок на ООПТ (регистрационный номер НИР – 00035106-20-15-НИР/02-2.). Однако при всех достоинствах проводимых исследований приоритет вновь был отдан «количественному» методу определения рекреационной ёмкости, который зачастую базировался на использовании унифицированных таблиц допустимых нагрузок и определенных для зон массового отдыха нормативов и, конечно, не мог учитывать всю полноту специфики ООПТ, а потому и не получил своего широкого внедрения.

В 2021 г. в рамках сотрудничества Минприроды России и авторов подготовлена НИР по теме «Разработка научно-методических рекомендаций по определению рекреационной ёмкости и организации системы комплексного рекреационного мониторинга на особо охраняемых природных территориях» (зарегистрирована в Единой государственной информационной системе учета НИР под номером 121101800050). Результатом данных исследований стали два тома методических рекомендаций по комплексному определению рекреационной ёмкости, основанной на результатах рекреационного мониторинга [10, 11]. Представленный алгоритм и (или) его отдельные элементы внедрены на территориях Кроноцкого государственного заповедника, государственного природного заказника федерального значения «Южно-Камчатский», заповедника «Хакасский» и других ООПТ. Изло-

Рекреационная география и туризм
Завадская А.В., Непомнящий В.Б., Чижова В.П.

женные методические подходы и алгоритмы легли в основу нормативно-правовых актов по определению рекреационной ёмкости для ООПТ федерального, регионального и местного значения, разрабатываемых Минприроды России, утвержденных и вступивших в силу в конце 2023 г. (Постановления Правительства РФ № 1809 и № 1811 от 31.10.2023) [14, 15]. Однако с сожалением вынуждены констатировать, что в изданных документах не отражена управленческая составляющая методики, а также полностью отсутствует использование результатов рекреационного мониторинга, что нивелирует смысловую составляющую методики. Указанные выше документы трактуют рекреационную ёмкость как объединяющее понятие базовой, предельно-допустимой и потенциальной рекреационной ёмкости. При этом, несмотря на учет социально-экономических и социокультурных факторов в понятии «потенциальная ёмкость», ключевой для управления закреплена «допустимая ёмкость». Таким образом, мы вновь возвращаемся к «удобной» и «недорогой» количественной модели оценки рекреационной ёмкости. Вместе с тем авторы видят в этом пока еще достаточно «сыром» акте два важнейших обстоятельства, которые способны коренным образом изменить подходы к управлению и анализу туризма на отечественных ООПТ. Первое – никогда ранее в отечественном законодательстве не было обязательств оценивать воздействие туризма на природные комплексы ООПТ, оценивать социальный эффект, учитывать наличие инфраструктуры, оценивать риски и впечатление туристов, картировать маршруты, стоянки и т.д., теперь же это стало обязательным, а по мере накопления опыта и информации количественные значения можно вполне обернуть в качественные. Второе – получить исходную информацию для объективных данных можно только путем организации качественных исследований и рекреационного мониторинга, в противном случае полученные данные могут быть успешно опровергнуты, а «накрученные» цифры оспорены. Одним из способов повышения эффективности и достоверности получаемых данных, а также принятия на их основе управленческих решений должна стать обязательная, приоритетная (как и инвентаризация на ООПТ) организация системы комплексного рекреационного мониторинга на тех территориях, которые осуществляют рекреационную деятельность. Прозрачность полученных мониторинговых данных может быть обеспечена решением научно-технических советов при ООПТ. Методические же подходы к организации рекреационного мониторинга и его отдельных компонентов в отечественной научной школе разработаны достаточно детально [9–11].

Заключение

Развитие туристско-рекреационного комплекса России и активное вовлечение в данный процесс ООПТ выводит проблемы рекреационного природопользования в число приоритетных, а ключевым понятием в управлении туризмом на ООПТ сегодня выступает «рекреационная ёмкость территории». Зародившись в концепции ёмкости пастбищных угодий, это понятие прошло длительный путь трансформации из сугубо экологической трактовки устойчивости природных комплексов и поиска допустимого количества посетителей к качественно иной – комплексной модели управления и достижения стратегических целей туризма на ООПТ. Приведенная авторами хронологическая шкала эволюции подходов и трактовок к определению рекреационной ёмкости позволяет выделить три основных периода. Несмотря на очевидные недостатки «количественного» подхода и появление качественно новых моделей и трактовок, рекреационная ёмкость нередко все еще продолжает отождествляться с выраженной статичным числовым значением предельно допустимой нагрузкой. Вместе с тем в отечественной практике рекреационного природопользования на ООПТ впервые на системной основе появляются задачи, связанные с обязательным определением рекреационной ёмкости. Полагаем, что это обстоятельство по мере накопления опыта и данных может стать отправной точкой нового периода эволюции понятия «рекреационная ёмкость». Для успешного перехода к новому этапу эволюции необходимо как можно шире внедрять в практику современные, комплексные модели управления туризмом на ООПТ, ориентироваться не на выявление количественных пределов рекреационной нагрузки, а на сохранение определенных условий среды, достижение просветительских целей ООПТ и высокое качество впечатлений посетителей ООПТ. Односторонняя же, узкая задача нормирования, поиска допустимого числа посетителей будет работать против целей самих ООПТ, отрицательно скажется на организаторах туризма, не гарантирует впечатления самим посетителям и вместе с тем может отрицательно отразиться на сохранения природных комплексов ООПТ.

Авторы данной работы под **рекреационной ёмкостью природной территории** понимают максимальный уровень рекреационного использования, при котором сохраняется определенное для этой территории оптимальное состояние природной, социокультурной и социально-экономической среды, обеспечивается высокое качество туристского опыта (впечатлений) с учетом имеющихся возможностей по обслуживанию посетителей и который соответствует целям ООПТ и достижению заявленных задач туризма для территории. При этом рекреационная ёмкость рассматривается как сложная динамичная система, детальное описание концепции авторов изложены в работе [2].

Из воспоминаний Забелиной Н.М. о разговоре с основоположницей учения о стадиях рекреационной дигressии Казанской Н.С.: «Какой может быть рекреационная нагрузка на ООПТ? В конце своей карьеры она сказала, что в результате многолетних исследований поняла, насколько надуманы такие нагрузки. Могу добавить, что для охраняемых природных территорий они надуманы вдвое!» [1].

Рекреационная география и туризм
Завадская А.В., Непомнящий В.В., Чижова В.П.

Библиографический список

1. Забелина Н.М. Вспоминаю институт, коллег, природу. М.: Грин Принт, 2019. 340 с.
2. Завадская А.В., Непомнящий В.В. Рекреационная ёмкость особо охраняемых природных территорий – от нормирования к управлению. Новосибирск: СО РАН, 2024. 144 с. (CD-ROM).
3. Исаченко Т.Е., Косарев А.В. Рекреационное природопользование. М.: Юрайт, 2023. 268 с.
4. Казанская Н.С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности // Изв. АН СССР. Серия геогр. 1972. Вып. 1. С. 52–59.
5. Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса (состояние, охрана, перспективы использования). М.: Лесная промышленность, 1977. 96 с.
6. Калихман А.Д., Педерсен А.Д., Савенкова Т.П., Сукнев А.Я. Методика «Пределов допустимых изменений» на Байкале – участке Всемирного наследия ЮНЕСКО. Иркутск: Оттиск, 1999. 100 с. ISBN: 5-93219-004-3 EDN: UOAQEP
7. Ледовских Е.Ю., Моралева Н.В., Дроздов А.В. Экологический туризм на пути в Россию. Принципы, рекомендации, российский и зарубежный опыт. Тула: Гриф и К, 2002. 284 с.
8. Меллума А.Ж., Рунгуле Р.Х., Эмисис И.В. Отдых на природе как природоохранная проблема. Рига: Знание, 1982. 159 с.
9. Методы полевых экологических исследований: учебное пособие / О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, Безина О.В. и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. 412 с. ISBN: 978-5-7103-2874-3 EDN: GEPERMW
10. Непомнящий В.В., Завадская А.В., Чижова В.П. Методические рекомендации по определению рекреационной ёмкости особо охраняемых природных территорий. Новосибирск: Наука, 2021. 96 с.
11. Непомнящий В.В., Завадская А.В., Чижова В.П. Методические рекомендации по организации системы комплексного рекреационного мониторинга на особо охраняемых природных территориях. Новосибирск: Наука, 2021. 136 с.
12. Постановление Правительства Иркутской области № 777-пп от 19.09.2019 г. «Об утверждении Правил организации туризма и отдыха в центральной экологической зоне Байкальской природной территории в Иркутской области». URL: <https://irkobl.ru/sites/tour/topical/rules%20CEZBNT.php> (дата обращения: 30.08.2023)
13. Постановление Правительства Республики Бурятия № 416 от 01.08.2019 г. «Об утверждении Правил организации туризма и отдыха в центральной экологической зоне Байкальской природной территории в Республике Бурятия». URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 30.08.2023)
14. Постановление Правительства РФ № 1809 от 31.10.2023 г. «Об утверждении типовых правил расчета предельно допустимой рекреационной ёмкости особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения при осуществлении туризма». URL: http://www.oopt.aari.ru/system/files/documents/pravitelstvo-Rossiyskoy-Federacii/N1809_31-10-2023.pdf (дата обращения 20.11.2023)
15. Постановление Правительства РФ № 1811 от 31.10.2023 г. «Об утверждении Правил расчета предельно допустимой рекреационной ёмкости особо охраняемых природных территорий федерального значения при осуществлении туризма». URL: http://www.oopt.aari.ru/system/files/documents/pravitelstvo-Rossiyskoy-Federacii/N1811_31-10-2023.pdf (дата обращения 20.11.2023)
16. Рениас Э.А. Теоретические предпосылки изучения рекреационной дигрессии леса // Оптимизация рекреационного лесопользования: сборник статей. М.: Наука, 1990. С. 23–26.
17. Рысина Г.П., Рысин Л.П. Оценка антропотолерантности лесных травянистых растений // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987. С. 26–35.
18. Таран И.В., Спиридонов В.Н. Устойчивость рекреационных лесов. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1977. 179 с.
19. Чижова В.П. Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление. Смоленск: Ойкумена, 2011. 175 с. ISBN: 5-93520-073-2 EDN: QLCFOV
20. Чижова В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. М.: Лесная промышленность, 1977. 49 с.
21. Чижова В.П. История развития подходов к определению допустимой рекреационной нагрузки // Историческая география: теория, методы и инновации: мат-лы III Международной научной конференции (Санкт-Петербург, 23–25 апреля 2007 г.). СПб: ЛГУ, 2007. С. 180–184.
22. Экологический туризм: Байкал. Байкальский регион / Г.И. Широков, А.Д. Калихман, Н.В. Комиссарова, Т.П. Савенкова. Иркутск: Оттиск, 2002. 192 с.
23. Bouillon R.C. Plantacion del Espacio Touristico. Mexico: Trillas, 1985. 245 p.
24. Brown G., Koth B., Kreag G., Weber D. Managing Australia's Protected Areas: A review of visitor management models, frameworks and processes. Queensland: Sustainable Tourism Cooperative Research Centre, Griffith University, 2006. 98 p.
25. Ceballos-Lascurein H. Tourism, ecotourism, and protected areas: the state of nature-based tourism around the world and guidelines for its development. IUCN, 1996. 301 p.
26. Cifuentes Arias M. Determinacion de capacidad de carga turistica en areas protegidas. Tarrialba, Costa Rica: Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza (CATIE), 1992. 23 p.
27. Coccossis H., Mexa A. The Challenge of Tourism Carrying Capacity Assessment: Theory and Practice. Aldershot, UK: Ashgate Publishing, 2004. 293 p.
28. Eagles P.F.J., McCool S.F., Haynes C.D.A. Sustainable Tourism in Protected Areas: Guidelines for Planning and Management. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2002. 183 p.
29. Hammitt W.E., Cole D.N. Wildland Recreation: Ecology and Management. New York: John Wiley, 1987. 341 p.
30. Heberlein T., Vaske J. Crowding and visitor conflict on the Bois Brule River. Technical Report WIS WRC 77-04. Madison, WI: University of Wisconsin, Water Resources Center, 1977. 100 p.
31. LaPage W. Some sociological aspects of forest recreation // Journal of Forestry. 1963. Vol. 61. P. 32–36.
32. Liddle M.J. Recreation Ecology: The Ecological Impact of Outdoor Recreation and Ecotourism. London: Chapman and Hall, 1997. 672 p.
33. Lucas R.C. The recreational capacity of the Quetico-Superior area. Research Paper LS-8. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Lake States Forest Experiment Station, 1964. 52 p.

Рекреационная география и туризм
Завадская А.В., Непомнящий В.В., Чижова В.П.

34. Manning R.E. How Much is Too Much? Carrying Capacity of National Parks and Protected Areas // Arnberger A., Brandenburg C., Muhar A. (eds.). Proceedings International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas. Bodenkultur University, Vienna, Austria, 30 January–2 February 2002. 2002, P. 306–313.
35. Manning R.E. Parks and carrying capacity: commons without tragedy. Washington: Island Press, 2007. 328 p.
36. Mathieson A., Wall G. Tourism: Economic, Physical and Social Impacts. Harlow: Longman, 1982. 208 p.
37. McCool S.F., Lime D. Tourism carrying capacity: Tempting fantasy or useful reality? // Journal of Sustainable Tourism. 2001. Vol. 9 (5). P. 372–388. DOI: 10.1080/09669580108667409
38. McMurry K.C. The Use of Land for Recreation // Annals of Association of the American Geographers. 1930. Vol. 20 (1). P. 7–20. DOI: 10.1080/00045603009356913
39. Saarinen J. Traditions of Sustainability in Tourism Studies // Annals of Tourism Research. 2006. Vol. 33 (4). P. 1121–1140. DOI: 10.1016/j.annals.2006.06.007
40. Santos P.L.A., Brilha J.A. Review on Tourism Carrying Capacity Assessment and a Proposal for Its Application on Geological Sites // Geoheritage. 2023. Vol. 15. 47. DOI: 10.1007/s12371-023-00810-3 EDN: HJIBRP
41. Schreyer R. Principles of recreational carrying capacity // First annual national conference on recreation planning and development. New York: American Society of Civil Engineers, 1979. P. 261–269.
42. Shelby B., Heberlein T.A. Carrying capacity in recreation settings. Corvallis, OR: Oregon State University Press, 1986. 164 p.
43. Spenceley A., Kohl J., McArthur S., Myles P., Notarianni M., Paleczny D., Pickering C., Worboys G.L. Visitor management // G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, I. Pulsford (eds.). Protected Area Governance and Management. Canberra: ANU Press, 2015. P. 715–750.
44. Stankey G.H., Cole D.N., Lucas R.C., Petersen M.E., Frissell S.S. The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning. Gen. Tech. Rep. INT-176. Ogden, UT: USDA For. Serv., Intermountain Forest and Range Exper. Stn., 1985. 37 p.
45. Stankey G.H. Carrying Capacity, Impact Management and the Recreation Opportunity Spectrum // Australian Parks and Recreation. 1982. P. 24–30.
46. Sumner E. Special Report on a Wildlife Study in the High Sierra in Sequoia and Yosemite National Parks and Adjacent Territory. Washington, DC: U.S. National Park Service Records, National Archives, 1936. 68 p.
47. UNWTO. Saturation of Tourist Destinations: Report of the Secretary General. Madrid: UNWTO, 1981.
48. Wagar J.A. The Carrying Capacity of Wildlands for Recreation // Forest Science Monographs. 1964. Vol. 7. P. 1–23.
49. Whittaker D., Shelby B., Manning R.E., Cole D., Haas G. Capacity Reconsidered: Finding consensus and clarifying differences // Journal of Park and Recreation Administration. 2011. Vol. 29 (1). P. 1–20.

References

1. Zabelina, N.M. (2019) *Recalling the Institute, Colleagues, and Nature*. Moscow: Green Print. (In Russian).
2. Zavadskaya, A.V. and Nepomnyashchiy, V.V. (2024) *Recreational Carrying Capacity Framework for Protected Natural Areas: From Numbers towards Management*. Novosibirsk: SB RAS, 144 pp. 1 optical compact disk (CD-ROM). (In Russian).
3. Isachenko, T.E. and Kosarev, A.V. (2023) *Recreational Nature Management*. Moscow: Yurait, 268 pp. (In Russian).
4. Kazanskaya, N.S. (1972) ‘Study of recreational digression of natural vegetation groups’, *Izvestiya of the Academy of Sciences of the USSR: Series Geography*, (1), pp. 52–59. (In Russian).
5. Kazanskaya, N.S., Lanina, V.V. and Marfenin, N.N. (1977) *Recreational Forests: State, Protection, Prospects for Use*. Moscow: Forest Industry, 96 pp. (In Russian).
6. Kalikhman, A.D., Pedersen, A.D., Savenkova, T.P. and Suknev, A.Ya. (1999) “Limits of Acceptable Change” Methodology at Lake Baikal, a UNESCO World Heritage Site. Irkutsk: Reprint, 100 pp. (In Russian).
7. Ledovskikh, E.Yu., Moraleva, N.V. and Drozdov, A.V. (2002) *Ecological Tourism on the Way to Russia: Principles, Recommendations, Russian and Foreign Experience*. Tula: Grif and K, 284 pp. (In Russian).
8. Melluma, A.Zh., Rungule, R.Kh. and Emsis, I.V. (1982) *Outdoor Recreation as a Conservation Issue*. Riga: Znanie, 159 pp. (In Russian).
9. Artaev, O.N., Bashmakov, D.I., Bezina, O.V. et al. (2014) *Methods of Field Ecological Research: A Study Guide*. Saransk: Mordovia University Press, 412 pp. (In Russian).
10. Nepomnyashchiy, V.V., Zavadskaya, A.V. and Chizhova, V.P. (2021a) *Guidelines for Determining the Recreational Carrying Capacity of Specially Protected Natural Areas*. Novosibirsk: Nauka, 96 pp. (In Russian).
11. Nepomnyashchiy, V.V., Zavadskaya, A.V. and Chizhova, V.P. (2021b) *Guidelines for Organizing a System of Integrated Recreational Monitoring in Specially Protected Natural Areas*. Novosibirsk: Nauka, 136 pp. (In Russian).
12. Government of Irkutsk Oblast (2019) ‘Resolution No. 777-pp dated 19.09.2019 on the approval of the rules for organizing tourism and recreation in the central ecological zone of the Baikal natural territory in Irkutsk Oblast’. Available at: <https://irkobl.ru/sites/tour/topical/rules%20CEZBNT.php> (Accessed: 30 August 2023). (In Russian).
13. Government of the Republic of Buryatia (2019) ‘Resolution No. 416 dated 01.08.2019 on the approval of the rules for organizing tourism and recreation in the central ecological zone of the Baikal natural territory in the Republic of Buryatia’. Available at: <http://www.docs.ctnd.ru> (Accessed: 30 August 2023). (In Russian).
14. Government of the Russian Federation (2023a) ‘Resolution No. 1809 of October 31, 2023, "On the Approval of Standard Rules for Calculating the Maximum Allowable Recreational Capacity of Protected Areas of Regional and Local Significance for Tourism"’. Available at: http://www.oopt.aari.ru/system/files/documents/pravitelstvo-Rossiyskoy-Federacii/N1809_31-10-2023.pdf (Accessed: 20 November 2023). (In Russian).
15. Government of the Russian Federation (2023b) ‘Resolution No. 1811 of October 31, 2023, "On the Approval of Rules for Calculating the Maximum Allowable Recreational Capacity of Protected Areas of Federal Significance for Tourism"’. Available at: http://www.oopt.aari.ru/system/files/documents/pravitelstvo-Rossiyskoy-Federacii/N1811_31-10-2023.pdf (Accessed: 20 November 2023). (In Russian).

Рекреационная география и туризм
Завадская А.В., Непомнящий В.Б., Чижова В.П.

16. Repshas, E.A. (1990) 'Theoretical prerequisites for studying recreational forest digression', in *Optimization of Recreational Forest Management*. Moscow: Nauka, pp. 23–26. (In Russian).
17. Rysina, G.P. and Rysin, L.P. (1987) 'Assessment of anthropotolerance of forest herbaceous plants', in *Natural Aspects of Recreational Use of the Forest*. Moscow: Nauka, pp. 26–35. (In Russian).
18. Taran, I.V. and Spiridonov, V.N. (1977) *The Sustainability of Recreational Forests*. Novosibirsk: Nauka, 179 pp. (In Russian).
19. Chizhova, V.P. (2011) *Recreational Landscapes: Sustainability, Rationing, Management*. Smolensk: Oikumena, 175 pp. (In Russian).
20. Chizhova, V.P. (1977) *Visitor Capacities in Recreation Areas*. Moscow: Lesnaya promishlennost, 49 pp. (In Russian).
21. Chizhova, V.P. (2007) 'The history of the development of approaches to determining permissible recreational loads', in *Historical Geography: Theory, Methods and Innovations. Proceedings of the 3rd International Scientific Conference* (Saint Petersburg, 23–25 April 2007). Saint Petersburg: LSU, pp. 180–184. (In Russian).
22. Shirokov, G.I., Kalikhman, A.D., Komissarova, N.V. and Savenkova, T.P. (2002) *Ecological Tourism: Baikal. Baikal Region*. Irkutsk: Ottisk, 188 pp. (In Russian).
23. Bouillon, R.C. (1985) *Plantificacion del Espacio Touristico*. Mexico: Trillas, 245 pp.
24. Brown, G., Koth, B., Kreag, G. and Weber, D. (2006) *Managing Australia's Protected Areas: A Review of Visitor Management Models, Frameworks and Processes*. Queensland: Sustainable Tourism Cooperative Research Centre, Griffith University, 98 pp.
25. Ceballos-Lascuráin, H. (1996) *Tourism, Ecotourism, and Protected Areas: The State of Nature-Based Tourism around the World and Guidelines for Its Development*. Gland, Switzerland: IUCN, 301 pp.
26. Cifuentes Arias, M. (1992) *Determinacion de Capacidad de Carga Turistica en Areas Protegidas*. Tarrialba, Costa Rica: Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza (CATIE), 23 pp. (In Spanish).
27. Coccossis, H. and Mexa, A. (2004) *The Challenge of Tourism Carrying Capacity Assessment: Theory and Practice*. Aldershot, UK: Ashgate Publishing, 293 pp.
28. Eagles, P.F.J., McCool, S.F. and Haynes, C.D.A. (2002) *Sustainable Tourism in Protected Areas: Guidelines for Planning and Management*. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 183 pp.
29. Hammitt, W.E. and Cole, D.N. (1987) *Wildland Recreation: Ecology and Management*. New York: John Wiley, 341 pp.
30. Heberlein, T. and Vaske, J. (1977) *Crowding and visitor conflict on the Bois Brule River*. Technical Report WIS WRC 77-04. Madison, WI: University of Wisconsin, Water Resources Center, 100 pp.
31. LaPage, W. (1963) 'Some sociological aspects of forest recreation', *Journal of Forestry*, 61, pp. 32–36.
32. Liddle, M.J. (1997) *Recreation Ecology: The Ecological Impact of Outdoor Recreation and Ecotourism*. London: Chapman and Hall, 672 pp.
33. Lucas, R.C. (1964) *The recreational capacity of the Quetico-Superior area*. Research Paper LS-8. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Lake States Forest Experiment Station, 52 pp.
34. Manning, R.E. (2002) 'How Much is Too Much? Carrying Capacity of National Parks and Protected Areas', in Arnberger, A., Brandenburg, C. and Muhar, A. (eds.) *Proceedings International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*. Vienna, Austria: Bodenkultur University, 30 January–2 February, pp. 306–313.
35. Manning, R.E. (2007) *Parks and carrying capacity: commons without tragedy*. Washington: Island Press, 328 pp.
36. Mathieson, A. and Wall, G. (1982) *Tourism: Economic, Physical and Social Impacts*. Harlow: Longman, 208 pp.
37. McCool, S.F. and Lime, D. (2001) 'Tourism carrying capacity: Tempting fantasy or useful reality?', *Journal of Sustainable Tourism*, 9(5), pp. 372–388. doi: 10.1080/09669580108667409.
38. McMurry, K.C. (1930) 'The Use of Land for Recreation', *Annals of the Association of American Geographers*, 20(1), pp. 7–20. doi: 10.1080/00045603009356913.
39. Saarinen, J. (2006) 'Traditions of Sustainability in Tourism Studies', *Annals of Tourism Research*, 33(4), pp. 1121–1140. doi: 10.1016/j.annals.2006.06.007.
40. Santos, P.L.A. and Brilha, J.A. (2023) 'Review on Tourism Carrying Capacity Assessment and a Proposal for Its Application on Geological Sites', *Geoheritage*, 15, 47. doi: 10.1007/s12371-023-00810-3.
41. Schreyer, R. (1979) 'Principles of recreational carrying capacity', *First Annual National Conference on Recreation Planning and Development*. New York: American Society of Civil Engineers, pp. 261–269.
42. Shelby, B. and Heberlein, T.A. (1986) *Carrying capacity in recreation settings*. Corvallis, OR: Oregon State University Press, 164 pp.
43. Spenceley, A., Kohl, J., McArthur, S., Myles, P., Notarianni, M., Paleczny, D., Pickering, C. and Worboys, G.L. (2015) 'Visitor management', in Worboys, G.L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S. and Pulsford, I. (eds.) *Protected Area Governance and Management*. Canberra: ANU Press, pp. 715–750.
44. Stankey, G.H., Cole, D.N., Lucas, R.C., Petersen, M.E. and Frissell, S.S. (1985) *The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning*. Gen. Tech. Rep. INT-176. Ogden, UT: USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, 37 pp.
45. Stankey, G.H. (1982) 'Carrying Capacity, Impact Management and the Recreation Opportunity Spectrum', *Australian Parks and Recreation*, May, pp. 24–30.
46. Sumner, E. (1936) *Special Report on a Wildlife Study in the High Sierra in Sequoia and Yosemite National Parks and Adjacent Territory*. Washington, DC: U.S. National Park Service Records, National Archives, 68 pp.
47. UNWTO (1981) *Saturation of Tourist Destinations: Report of the Secretary General*. Madrid: UNWTO.
48. Wagar, J.A. (1964) 'The Carrying Capacity of Wildlands for Recreation', *Forest Science Monographs*, 7, pp. 1–23.
49. Whittaker, D., Shelby, B., Manning, R.E., Cole, D. and Haas, G. (2011) 'Capacity Reconsidered: Finding consensus and clarifying differences', *Journal of Park and Recreation Administration*, 29(1), pp. 1–20.

Рекреационная география и туризм
Завадская А.В., Непомнящий В.В., Чижова В.П.

Статья поступила в редакцию: 23.01.25, одобрена после рецензирования: 02.03.25, принята к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 23 January 2025; approved after review: 2 March 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Анна Викторовна Завадская

кандидат географических наук, независимый эксперт

e-mail: anya.zavadskaya@gmail.com

Виктор Владимирович Непомнящий

кандидат географических наук, директор,

Государственный природный биосферный

заповедник «Хакасский»;

655017, Россия, г. Абакан, ул. Цукановой, 164

e-mail: mail@zapovednik-khakassky.ru

Вера Павловна Чижова

кандидат географических наук, ведущий научный

сотрудник кафедры физической географии и

ландшафтоведения географического факультета

Московский государственный университет

им. М.В. Ломоносова;

119991, Россия, Москва, Ленинские горы, 1

e-mail: v.p.chizhova@gmail.com

Information about the authors

Anna V. Zavadskaya

Candidate of Geographical Sciences, Independent Expert

e-mail: anya.zavadskaya@gmail.com

Viktor V. Nepomnyashchiy

Candidate of Geographical Sciences, Director,

Khakassky State Nature Biosphere Reserve;

164, Tsukanovoy st., Abakan, 655017,

Republic of Khakassia, Russia

Vera P. Chizhova

Candidate of Geographical Sciences, Leading

Researcher, Department of Physical Geography and

Landscape Studies, Faculty of Geography,

Lomonosov Moscow State University;

1, Leninskie gory, Moscow, 119991, Russia

Вклад авторов

Завадская А.В. – идея, сбор и обработка материала, написание статьи.

Непомнящий В.В. – сбор и обработка материала, написание статьи, общее редактирование.

Чижова В.П. – сбор и обработка материала, написание статьи

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Anna V. Zavadskaya – conceptualization; data collection and processing; writing of the article.

Viktor V. Nepomnyashchiy – data collection and processing; writing of the article; editing.

Vera P. Chizhova – data collection and processing; writing of the article.

The authors declare no conflict of interest.

Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.

Научная статья

УДК 338.48

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-176-188

EDN: TTBL0O



ЭКСКУРСИОННЫЕ УСЛУГИ КАК ВИД ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕГИОНАХ РОССИИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Зоя Алексеевна Трифонова

Чувашский государственный университет, г. Чебоксары, Россия

zoyatrifonova@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется такой вид экономической деятельности, как экскурсионные услуги. Предложена авторская схема, отражающая этапы развития экскурсионной деятельности в России. У каждого этапа выделены приоритетные функции экскурсии (образовательные, воспитательные, идеологические, культурно-познавательные, эмоционально-оздоровительные, психологические).

В работе сравниваются данные о количестве аттестованных экскурсоводов за два года согласно федеральному реестру экскурсоводов. Приводятся сведения о количестве экскурсоводов, действующих в стране. Представлен результат сравнительного анализа уровня обеспеченности регионов страны аттестованными экскурсоводами на 2023 и 2024 гг. Анализ проводился с учетом величины туристских поездок. Выявлено, что средняя обеспеченность аттестованными экскурсоводами, гидами-переводчиками в России снизилась с 0,2 единицы на 1000 туристов в 2023 г. до 0,1 единиц в 2024 г. В таблице представлены результаты группировки регионов по уровню их обеспеченности аттестованными экскурсоводами гидами-переводчиками на 2023 и 2024 гг. На картосхеме выделены группы регионов России, рассчитанные на 2024 г. Дополнительно проанализированы структурные различия регионов по соотношению мужчин и женщин экскурсоводов, гидов-переводчиков в 2024 г.

В работе описаны механизмы поддержки экскурсоводов (обучение, гранты и конкурсы). Обоснована эффективность создания профессиональных сообществ экскурсоводов, что позволяет оказывать поддержку экскурсоводам в межсезонье, через систему грантов для физических и юридических лиц.

Ключевые слова: экономическая деятельность, экскурсовод, аттестация, территориальный анализ, обеспеченность, регионы, обучение, профессиональные сообщества, конкурсы, гранты

Финансирование. Работа выполнена в рамках проекта Чувашской республиканской общественной организации «Ассоциация экскурсоводов» по гранту Русского географического общества, договор № 25/2024-Р.

Для цитирования: Трифонова З.А. Экскурсионные услуги как вид экономической деятельности в регионах России: сравнительный анализ // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 176–188. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-176-188. EDN: TTBL0O

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-176-188

EDN: TTBL0O

EXCURSION SERVICES AS A TYPE OF ECONOMIC ACTIVITY IN THE REGIONS OF RUSSIA: A COMPARATIVE ANALYSIS

Zoya A. Trifonova

Chuvash State University, Cheboksary, Russia

zoyatrifonova@mail.ru

Abstract. The article analyzes such a type of economic activity as excursion services. The author's scheme reflecting the stages of the development of excursion activities in Russia is proposed. At each stage, priority functions of an excursion are highlighted (educational, upbringing, ideological, cultural and cognitive, emotional and health-improving, psychological).

The work compares data on the number of certified tour guides for two years, according to the federal register of tour guides. The comparative analysis shows the level of availability of certified tour guides in Russian regions in 2023 and 2024. The analysis was carried out taking into account the number of tourist trips. It has been revealed that the average availability level of certified tour guides and guide-interpreters in Russia decreased from 0.2 per 1,000 tourists in 2023 to 0.1 in 2024. The table presents the grouping of regions by the availability of certified tour guides and guide-interpreters



© 2025 Трифонова З. А. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, посетите сайт <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

*Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.*

for 2023 and 2024. The schematic map shows the groups of Russian regions calculated for 2024. In addition, the structural differences among the regions in terms of the ratio of male and female tour guides and guide-interpreters in 2024 are analyzed.

The paper describes the mechanisms for supporting tour guides (training, grants, and competitions). The effectiveness of creating professional communities of tour guides is substantiated, which allows providing support to tour guides in the off-season through a system of grants for individuals and legal entities.

Keywords: economic activity, tour guide, certification, territorial analysis, availability, regions, training, professional communities, competitions, grants

Funding: the work was carried out within the framework of the project of the Chuvash Republican Non-Governmental Organization ‘Association of Guides’ under a grant from the Russian Geographical Society, contract No. 25/2024-R.

For citation: Trifonova Z.A. (2025) Excursion services as a type of economic activity in the regions of Russia: a comparative analysis. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 176–188. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-176-188. EDN: TTBLOO

Введение и постановка проблемы

Экскурсионные услуги как вид экономической деятельности имеют свою историю развития. Первоначально они решали познавательные задачи. Неслучайно, что, наряду с самостоятельно развивающимся музеинным делом, в XIX в. этот вид работы получил динамичное развитие в рамках педагогической деятельности. Экскурсии, связанные с изучением учебного материала отдельных дисциплин или предметов, были признаны равноправными среди других методов обучения [3]. Постепенно вместе с применением экскурсий в образовательном процессе организовывались экскурсионные поездки для других категорий населения. Например, организация экскурсионных поездок для крестьян с целью знакомства с передовыми технологиями ведения сельского хозяйства [4]. Устойчивость сложившейся системы оказания экскурсионных услуг проявила себя и в первые революционные десятилетия. Ведущими функциями экскурсий признавались познавательная, воспитательная и образовательная. Постепенно в приоритетных появилась идеологическая функция экскурсий.

Смена приоритетов совпала с введением массовых экскурсионных поездок для трудящихся в нашей стране. Работа экскурсоводов со второй половины XX в. становится одним из видов деятельности в составе укрупненной группы «Туризм». Отметим, что в Общесоюзном классификаторе «Отрасли народного хозяйства» код 91620 «Туризм» объединил такие виды деятельности, как туристские гостиницы, туристские базы, мотели, кемпинги, экскурсионные бюро и бюро путешествий, учреждения по организации международного туризма. Данный классификатор утвердили в 1976 г. [7]. Именно в этот период сформировалась система подготовки экскурсоводов, а количество экскурсоводов значительно увеличилось. Как правило, экскурсоводы работали по трудовым договорам в экскурсионных бюро или крупных музейных комплексах, их нанимали в активный туристский сезон, т.е. в летнее время. Полагаем, что количество экскурсоводов, работавших на полную ставку в качестве экскурсовода, было все же незначительным. Важным сегментом были экскурсоводы музеев. В основном экскурсоводами в летнее время работали педагоги, сотрудники учреждений культуры, а также корреспонденты газет и журналов, имевшие возможность работать во время длительного отпуска или имевшие достаточное свободное время. В поздний советский период это был официальный способ получения дополнительного заработка. Детально особенности организации работы экскурсоводов в тот период описал Довлатов С.Д., работавший в 1977 г. в Пушкинском музее-заповеднике [5]. В этот период экскурсии выполняли несколько функций – в методических материалах требовалось указать воспитательную, познавательную и идеологическую задачи/функции.

На рубеже XX–XXI веков в России появился Общероссийский классификатор видов экономической деятельности, продукции и услуг (ОКДП), который преобразовали в 2003 г. в Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД), а в 2014 г. в стране утвердили современный ОКВЭД. Соответственно, с меняющимся классификатором видов деятельности менялась трактовка и позиция экскурсионной работы. В 2003 году запись выглядела следующим образом: «63.30.4 – предоставление туристических экскурсионных услуг» [22]. С 2014 года и по настоящее время деятельность экскурсоводов формулируется следующим образом: «79.90.22 – деятельность самостоятельных экскурсоводов и гидов по предоставлению экскурсионных туристических услуг» [6]. В новых рыночных условиях функции экскурсии менялись в соответствии с потребительским запросом. Воспитательную и идеологическую функции сменила культурно-познавательная. При этом возникли дополнительные задачи/функции экскурсии, которые формировались из запроса туристов на интерактивность, иммерсивность, креативность, индивидуальный подход.

На современном этапе все больше экскурсоводов рассматривают этот вид деятельности как основной источник дохода, оформляясь самозанятыми или индивидуальными предпринимателями, они активно проектируют авторские экскурсионные программы и продвигают их на различных информационных платформах и маркетплейсах.

Увеличение количества действующих экскурсоводов на рынке туристских услуг определило необходимость государственного регулирования их деятельности. Внедренный в регионах инструментарий аттестации экскурсоводов показывает неплохие результаты. Некоторые аспекты этой деятельности освещены в работах Винник А.В. и Трифоновой З.А. [1, 13]. В декабре 2024 года в федеральном реестре находилось уже более 10000 аттестованных экскурсоводов [8].

*Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.*

Современный экскурсовод является самостоятельной экономической единицей, он хорошо знает региональный туристский рынок. Он имеет партнерские бизнес-связи с гостиницами, предприятиями питания, музеями, перевозчиками, а также вокальными или танцевальными коллективами и мастерами художественных промыслов. Все это позволяет экскурсоводу спроектировать авторскую экскурсионную программу. Неслучайно, что туроператоры предпочитают заключать договора с самозанятыми экскурсоводами или экскурсоводами в статусе индивидуальных предпринимателей.

Аттестация экскурсоводов, введенная в 2022 году в регионах России, позволила получить данные о количестве действующих экскурсоводов. И это один из важных управленческих вопросов, которые удалось решить. В настоящее время, используя открытый ресурс Минэкономразвития России, в режиме реального времени можно получить цифру о количестве экскурсоводов, гидов-переводчиков в стране в целом или в определенном регионе. Заметим, что до введения аттестации в экспертных кругах постоянно велась полемика о количестве действующих экскурсоводов, т.к. эти данные были разрознены и получались от экспертов или региональных лидеров сообществ экскурсоводов. Как следствие, проводить корректные сравнительные исследования регионов по их обеспеченности экскурсоводами было затруднительно. Кроме того, федеральный реестр экскурсоводов, гидов-переводчиков позволяет получить данные о половом соотношении аттестованных экскурсоводов в регионах страны.

В статье решались две задачи: во-первых, провести периодизацию экскурсионной деятельности в стране и описать характерные черты трех периодов; во-вторых, проанализировать уровень обеспеченности регионов России аттестованными экскурсоводами, гидами-переводчиками на 2023 и 2024 гг.

Методика исследования и фактический материал

Как отмечалось выше, информационной базой исследования послужил «Реестр экскурсоводов и гидов-переводчиков» [8]. Для сравнительной оценки уровня обеспеченности регионов аттестованными экскурсоводами, гидами-переводчиками предложена следующая формула:

$$\mathbb{E}_i = (\mathbb{E}_a/T) * 1000, \quad (1)$$

где \mathbb{E}_i – уровень обеспеченности определенного региона аттестованными экскурсоводами, гидами-переводчиками; \mathbb{E}_a – количество аттестованных экскурсоводов, гидов-переводчиков в определенном регионе; T – величина туристских поездок в определенном регионе, которая берется из официальной статистики Росстата [15].

Величина обеспеченности регионов аттестованными экскурсоводами и гидами-переводчиками представлена в единицах на 1000 поездок. Мы исходили из допущения, что экскурсионными услугами пользуются туристы. При этом мы понимаем, что экскурсионными услугами пользуются и жители региона, так же, как и то, что не все приезжающие в регион туристы обращаются к экскурсоводам.

Ранее в 2023 г. мы проводили анализ обеспеченности регионов аттестованными экскурсоводами [13]. В данной работе рассчитан показатель обеспеченности регионов аттестованными экскурсоводами на 2024 г., а также проведено сравнение полученных результатов по регионам с аналогичными на 2023 г.

Для проведения структурного анализа аттестованных экскурсоводов в регионах России сравнивалось соотношение мужчин и женщин в 83 субъектах страны (данные по республикам Тыва, Луганской и Донецкой, а также Запорожской и Херсонской областям отсутствуют).

Предпринимательская активность экскурсоводов проявляется в их готовности работать самостоятельно, независимо от туркомпании или экскурсионного бюро, музея. Умение и желание экскурсоводов проектировать авторские экскурсионные программы, маршруты и самостоятельно продвигать их в интернет-пространстве, на выставках, в свою очередь, позволяет экскурсоводам и гидам-переводчикам выходить на новый уровень экономической деятельности в статусе самозанятого или индивидуального предпринимателя.

В связи с этим для выявления эффективных моделей экономической активности экскурсоводов проведены контент-анализ региональных и федеральных специализированных платформ, интервьюирование экспертов. Это позволило нам привести примеры экономической активности экскурсоводов.

Результаты исследований

Этапы формирования профессионального вида деятельности экскурсоводов в России.

Наряду с постепенным увеличением количества экскурсоводов в стране менялась их ведомственная принаследженность: от системы образования, системы профсоюзов до самостоятельного вида деятельности. Наглядно три этапа формирования профессионального вида деятельности экскурсоводов в России представлены на рис. 1.

На первом этапе, который проходил с XIII по первую половину XX в., экскурсионная работа была представлена музеями и системой образования. Как следствие, экскурсоводами становились музейные работники и учителя, преподаватели учебных заведений.

На втором этапе, проходившем во второй половине XX в., ядром экскурсионной деятельности становятся экскурсионные бюро, действовавшие в большинстве региональных центров, а также крупные музейные комплексы. Благодаря профсоюзной системе в стране налажена организация массовых экскурсий. В связи с этим существенно увеличивается штат экскурсоводов, особенно в активный туристический сезон.

Третий этап, продолжающийся в настоящее время, характеризуется предоставлением экскурсионных услуг на туристском рынке. Благодаря рыночным механизмам на потребительские запросы туристов экскурсоводы и туристические компании проектируют разнообразные экскурсионные программы. В условиях, когда

*Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.*

необходимо постоянно подстраиваться под запросы конкретного потребителя, экскурсоводы оказались наиболее востребованными. Неслучайно, что в настоящее время экскурсоводы стали заметным субъектом и самостоятельной экономической единицей в туристской индустрии большинства регионов России. Это, в свою очередь, определило необходимость введения регламентирующего механизма деятельности экскурсоводов в стране.

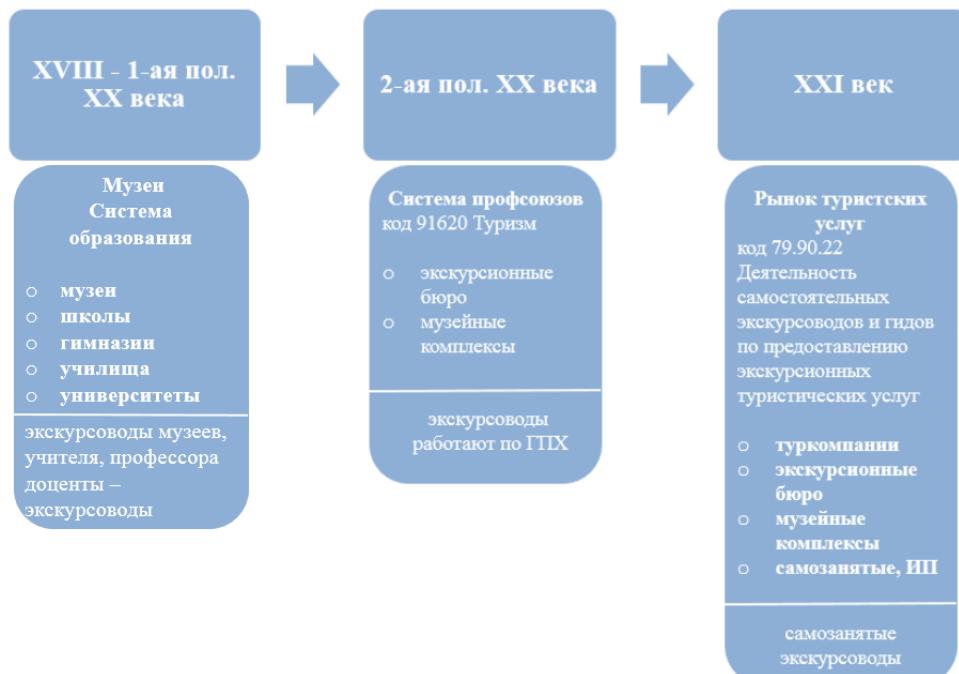


Рис. 1. Этапы формирования профессионального вида деятельности экскурсоводов в России
Fig. 1. The stages of the formation of the professional type of activity of guides in Russia

В настоящее время регулирующую функцию на рынке экскурсионных услуг выполняют местные органы исполнительной власти, курирующие туризм. За региональными органами закреплена процедура организации и проведения аттестации экскурсоводов. Данные по аттестованным экскурсоводам подаются в федеральный реестр, ведение которого является зоной ответственности федерального министерства.

Аттестованные экскурсоводы, ранее прошедшие обучение на курсах профессиональной переподготовки или повышения квалификации, обладающие современными знаниями по проектированию и продвижению экскурсионных услуг, авторских экскурсионных программ, активно формируют личные бренды и предлагают экскурсионные услуги в статусе самозанятых. Однако в силу большого пространства страны и существенных региональных различий природного, социально-экономического и этнокультурного характера деятельность экскурсоводов, их экономическая активность отличается.

В немалой степени экономической активности экскурсоводов способствует формирующаяся бизнес-среда. Укажем на четыре инструмента поддержки и регулирования деятельности экскурсоводов, представляющих малый бизнес. Эти инструменты, на наш взгляд, наиболее эффективны (рис. 2).

Организация обучения экскурсоводов в настоящее время хорошо представлена практически во всех регионах. Отметим удачный пример в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, где организованы бесплатные курсы для самозанятых или сотрудников музейных комплексов, планирующих стать экскурсоводами [14]. Уже несколько лет на базе РГУТИС действуют бесплатные курсы повышения квалификации для разных направлений деятельности в туризме, в т.ч. для оказания экскурсионных услуг [11]. Онлайн-обучение в РГУТИС для слушателей из разных регионов страны стало возможным благодаря финансированию обучения в рамках национального проекта «Туризм и индустрии гостеприимства». Большинство региональных вузов организуют и предоставляют платные образовательные услуги по профессиональной подготовке или повышению квалификации экскурсоводов, которые также успешно реализуются. Например, курсы экскурсоводов организуются и проводятся в ЧГУ им. И.Н. Ульянова более 10 лет [19]. С 2024 г. существует федеральный проект на платформе «Содействие занятости», где предлагаются различные образовательные программы от вузов страны бесплатно определенным категориям граждан. В некоторых регионах они действуют для экскурсоводов, но в большинстве регионов заявленные программы пока недоступны.

*Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.*

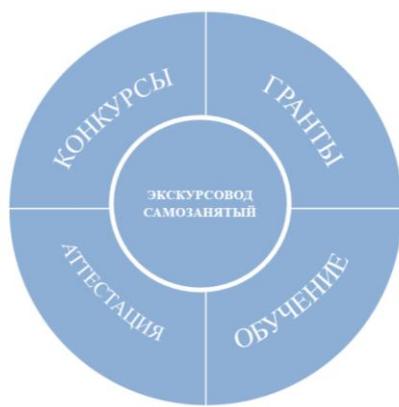


Рис. 2. Инструменты поддержки и регулирования деятельности экскурсоводов
Fig. 2. Tools for supporting and regulating the activities of guides

Как показывает опыт проведения образовательных курсов, слушатели уже в процессе обучения формируют в своей среде сообщество единомышленников и в дальнейшем успешно адаптируются в региональном бизнесе, на рынке туристско-экскурсионных услуг.

Не менее успешным инструментом является организация и проведение конкурсов. Конкурсы профессионального мастерства проводятся ежегодно в регионах, как правило, по инициативе региональных органов власти, курирующих туризм. Например, конкурс «Лучший по профессии в индустрии туризма», в котором представлено несколько номинаций, в т.ч. номинации лучший экскурсовод и гид-переводчик. В прошлом победители региональных конкурсов участвовали в одноименном федеральном конкурсе, который поддерживался Ростуризмом. Однако в 2023 и 2024 гг. такой конкурс на федеральном уровне не проводился. Появились альтернативные конкурсы, в которых экскурсоводы принимают активное участие. Отметим успешный проект «Проводники смыслов», организованный программой «Больше, чем путешествие» [9].

Участники этого конкурса работали на федеральных и международных площадках проведения событийных мероприятий в Москве, Сочи, Владивостоке. По данным руководителей проекта «Проводники смыслов», в 2024 г. в программе приняло участие около 10000 человек. Это суммарная цифра, которая включает аттестованных экскурсоводов, студентов профильных вузов, волонтеров, музейных экскурсоводов, работавших гидами, волонтерами на выставке «Россия», «Всемирном фестивале молодежи», «Восточном экономическом форуме» и других масштабных проектах.

Организация поддержки на грантовой основе или поддержки в форме субсидий некоммерческим организациям или малому бизнесу пока лишь набирает обороты. В ряде регионов финансовая поддержка оказывается сообществам экскурсоводов, объединениям и ассоциациям экскурсоводов, т.е. юридическим лицам, заявившим в своих уставах деятельность, связанную с организацией сообществ экскурсоводов. Удачным примером такой поддержки со стороны региональных властей можно назвать проект «Конкурс авторских экскурсий «Лучшие гиды Нижнего Новгорода», реализованный Нижегородской ассоциацией экскурсоводов в 2022 г. [10]. В рамках этого гранта ассоциация провела конкурс среди экскурсоводов по нескольким направлениям, а также получила эффективный инструмент по продвижению туристско-экскурсионного контента о Нижнем Новгороде и Нижегородской области. Подобная практика поддержки сообществ экскурсоводов постепенно распространяется и в других регионах. Как правило, некоммерческие организации (НКО), представляющие интересы региональных сообществ экскурсоводов, участвуют в региональных конкурсах для НКО или для социально-ориентированных некоммерческих организаций. Кроме того, на федеральном уровне действует конкурс на получение президентских грантов, конкурс грантов Русского географического общества (РГО), конкурс культурных инициатив и других крупных и авторитетных фондов. Например, проект «Вкусные маршруты по экотропам Чувашии», реализованный Ассоциацией экскурсоводов Чувашии, позволил задействовать экскурсоводов, которые проектировали маршруты, проводили экскурсии и стали соавторами книги-путеводителя. Причем заняты они были в неактивный туристический сезон [2].

Такие гранты позволяют реализовать потенциал экскурсоводов и финансово их поддерживают, особенно в неактивный туристический сезон. По мнению многих экскурсоводов, лидеров региональных движений и сообществ экскурсоводов, финансовая поддержка через систему конкурсов на гранты – один из реальных инструментов, позволяющих создавать, проектировать авторские маршруты и оказывать экскурсионные услуги для отдельных категорий граждан.

*Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.*

Таким образом, на современном этапе в нашей стране сформирована система поддержки аттестованных экскурсоводов.

Анализ уровня обеспеченности аттестованными экскурсоводами регионов России.

В 2023 году мы впервые провели территориальный анализ аттестованных экскурсоводов с использованием федерального реестра аттестованных экскурсоводов, гидов-переводчиков. Всего в июне 2023 г. в федеральном реестре насчитывалось 4456 экскурсоводов, гидов-переводчиков [13]. В декабре 2024 г. в реестре находилось 10033 экскурсоводов, гидов-переводчиков, а в марте 2025 г. – 11604. Количество аттестованных экскурсоводов выросло более, чем в 2 раза. Сократилось количество регионов с отсутствующими данными об аттестованных экскурсоводах. Если в 2023 г. их было 13, то в 2025 – 5.

Состав первой тройки лидеров аттестации экскурсоводов и гидов-переводчиков изменился (табл. 1). В 2023 г. в ТОП-3 вошли Санкт-Петербург, Республика Крым и Республика Татарстан, а в 2024 г. на второе место по количеству аттестованных экскурсоводов, гидов-переводчиков вышла Москва, потеснив республики Крым и Татарстан на третье и четвертые места соответственно.

Таблица 1
Table 1

ТОП-10 регионов-лидеров по количеству аттестованных экскурсоводов, гидов-переводчиков*
TOP 10 leading regions in terms of the number of certified guides and guide-interpreters*

Регионы	Количество	Регионы	Количество
2023 год		2025 год	
1. Санкт-Петербург	488	1. Санкт-Петербург	1886
2. Республика Крым	344	2. Москва	958
3. Республика Татарстан	192	3. Республика Татарстан	472
4. Тверская область	176	4. Республика Крым	462
5. Ярославская область	149	5. Ярославская область	362
6. Краснодарский край	138	6. Тверская область	285
7. Вологодская область	106	7. Владимирская область	246
8. Пермский край	104	8. Иркутская область	255
9. Севастополь	96	9. Краснодарский край	236
10. Камчатский край	87	10. Пермский край	207

*Составлено по текущим данным Федерального реестра экскурсоводов [8]

*Based on current data from the Federal Register of Tour Guides [8]

Отметим, что Санкт-Петербург, Москва, Республика Крым и Республика Татарстан – это регионы, имеющие традиционно сильное и профессионально компетентное сообщество экскурсоводов. Наличие в этих регионах туристских достопримечательностей и объектов экскурсионного показа мирового уровня определяет постоянный поток туристов и необходимость подготовки квалифицированных экскурсоводов. В связи с этим еще во второй половине XX в. там успешно действовали экскурсионные бюро или управления. Так, в Москве одновременно функционировали Московское туристско-экскурсионное управление ВЦСПС, созданное еще в 1936 г., и Московское городское экскурсионное бюро Управления культурно-просветительных предприятий Моссовета, созданное в 1947 г. [12]. Городское экскурсионное бюро в Ленинграде открыли в 1945 г., с 1958 г. преобразовали в ходе объединений в Ленинградское бюро путешествий и экскурсий [18]. Крымское туристско-экскурсионное управление, основанное в 1936 г. и преобразованное в 1962 г. в Крымский областной совет по туризму, а в 1969 г. – в Крымский областной совет по туризму и экскурсиям, ежегодно обслуживало 8–13 млн экскурсантов [23]. В Казани в 1926 г. начала действовать экскурсионная база, переименованная в 1928 г. в экскурсионно-лекционную, а в 1970 г. создали Казанское бюро путешествий и экскурсий [20, 21].

В 2023 году Москва не вошла в ТОП-10 регионов-лидеров в силу формальных причин, более поздней по сравнению с другими регионами процедурой проведения аттестации и, соответственно, позднего внесения аттестованных экскурсоводов и гидов-переводчиков в федеральный реестр. Наблюдается устойчивый состав регионов-лидеров: Республика Татарстан, Ярославская область, Пермский край, Краснодарский край, демонстрирующих лидирующие позиции в стране в 2023, 2024, 2025 гг.

Однако очевидно, что даже в регионах-лидерах количество аттестованных экскурсоводов невысокое. Особенно на фоне количества туристов, посещающих регионы. Так, по данным Росстата, количество туристских поездок в целом по России увеличилось с 1,16 млн в 2022 г. до 1,34 млн в 2024 г. Для более корректного сравнения уровня обеспеченности аттестованными экскурсоводами, гидами-переводчиками в 2023 и 2024 гг. мы показали данные о туристских поездках за 3 квартала.

Проведенный расчет уровня обеспеченности регионов России аттестованными экскурсоводами, гидами-переводчиками позволил выполнить группировку регионов России. Отметим, что в 2023 г. мы выделили 5 групп.

*Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.*

При этом пятая группа объединила регионы, в которых отсутствовали аттестованные экскурсоводы. В 2024 г. ситуация изменилась – регионов, в которых отсутствуют аттестованные экскурсоводы, всего 5 (Республика Тыва и 4 новых региона). В связи с этим в 5-й группе объединены регионы с очень низкими значениями обеспеченности экскурсоводами, также выделена 6 группа регионов, в которых нет аттестованных экскурсоводов (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Количество аттестованных экскурсоводов в регионах России
The number of certified guides in the regions of Russia

<i>Группы регионов России</i>	<i>Обеспеченность на 1000 туристов*</i>	<i>Группы регионов России</i>	<i>Обеспеченность на 1000 туристов**</i>
	2023 г.		2024 г.
1. Регионы с высоким уровнем обеспеченности экскурсоводами, гидами-переводчиками			
Республики Алтай, Дагестан, Ингушетия, Марий Эл, Северная Осетия – Алания, Камчатский край, Севастополь	более 1	Севастополь, Республики Ингушетия, Калмыкия, Марий Эл, Северная Осетия – Алания, Камчатский край, Костромская область	более 0,4
2. Регионы с относительно высоким уровнем обеспеченности экскурсоводами, гидами-переводчиками			
Владимирская, Костромская, Владимирская, Тверская, Псковская, Ульяновская области, Республика Крым	от 0,5 до 1,0	Ярославская область, Кабардино-Балкарская Республика, Чеченская Республика	от 0,3 до 0,4
3. Регионы со средним уровнем обеспеченности экскурсоводами, гидами-переводчиками			
Республики Бурятия, Карелия, Кабардино-Балкарская, Мордовия, Татарстан, Хакасия, Чувашская, Чеченская Республики, Пермский край, Амурская, Архангельская, Белгородская, Брянская, Волгоградская, Вологодская, Ивановская, Иркутская, Курганская, Калининградская, Липецкая, Мурманская, Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Смоленская, Тамбовская, Томская, Тульская области, Санкт-Петербург	от 0,2 до 0,5	Республики Алтай, Карелия, Владимирская, Вологодская, Мурманская области	от 0,2 до 0,3

*Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.*

Окончание табл. 2

<i>Группы регионов России</i>	<i>Обеспеченность на 1000 туристов*</i>	<i>Группы регионов России</i>	<i>Обеспеченность на 1000 туристов**</i>
4. Регионы с низким уровнем обеспеченности экскурсоводами, гидами-переводчиками			
Карачаево-Черкесская, Удмуртская Республики, Алтайский, Забайкальский, Краснодарский, Красноярский, Приморский, Ставропольский, Хабаровский края, Ненецкий, Чукотский, Ямало-Ненецкий автономные округа, Астраханская, Воронежская, Калужская, Кемеровская, Кировская, Ленинградская, Московская, Нижегородская, Новгородская, Новосибирская, Орловская, Омская, Ростовская, Рязанская, Сахалинская, Свердловская, Тюменская, Челябинская, Ярославская области, Москва, Еврейская автономная область	менее 0,2	Республики Адыгея, Дагестан, Коми, Крым, Мордовская, Татарстан, Удмуртская, Хакасия, Чувашская Республики, Пермский край, Амурская, Архангельская, Астраханская, Брянская, Волгоградская, Воронежская, Ивановская, Иркутская, Белгородская, Калининградская, Калужская, Кемеровская, Кировская, Курганская, Курская, Липецкая, Магаданская, Нижегородская, Пензенская, Псковская, Саратовская, Сахалинская, Свердловская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Томская, Ульяновская области, Санкт-Петербург, Ненецкий, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округи	от 0,1 до 0,2
5. Регионы, с очень низким уровнем обеспеченности экскурсоводами, гидами-переводчиками			
		Республики Башкортостан, Саха (Якутия), Алтайский, Краснодарский, Красноярский, Приморский и Хабаровский края, Чукотский автономный округ, Ленинградская, Московская, Новгородская, Новосибирская, Омская, Оренбургская, Орловская, Ростовская, Рязанская, Самарская, Тульская, Тюменская, Челябинская области, Москва, Еврейская автономная область	менее 0,1
6. Регионы, в которых отсутствуют аттестованные экскурсоводы, гиды-переводчики			
Республики Адыгея, Калмыкия, Башкортостан, Тыва, Коми, Саха (Якутия), Магаданская, Курская области, Ханты-Мансийский автономный округ, Луганская и Донецкая Республики, Запорожская и Херсонская области	0	Республика Тыва, Луганская и Донецкая Республики, Запорожская и Херсонская области	0

* Оценка проводилась с учетом величины туристических поездок за 1 квартал 2023 г. [15]

** Оценка проводилась с учетом величины туристических поездок за 3 квартала 2024 г. [15]

* The assessment was based on the number of tourist trips in the first quarter of 2023 [15].

** The assessment was based on the number of tourist trips in the first three quarters of 2024 [15].

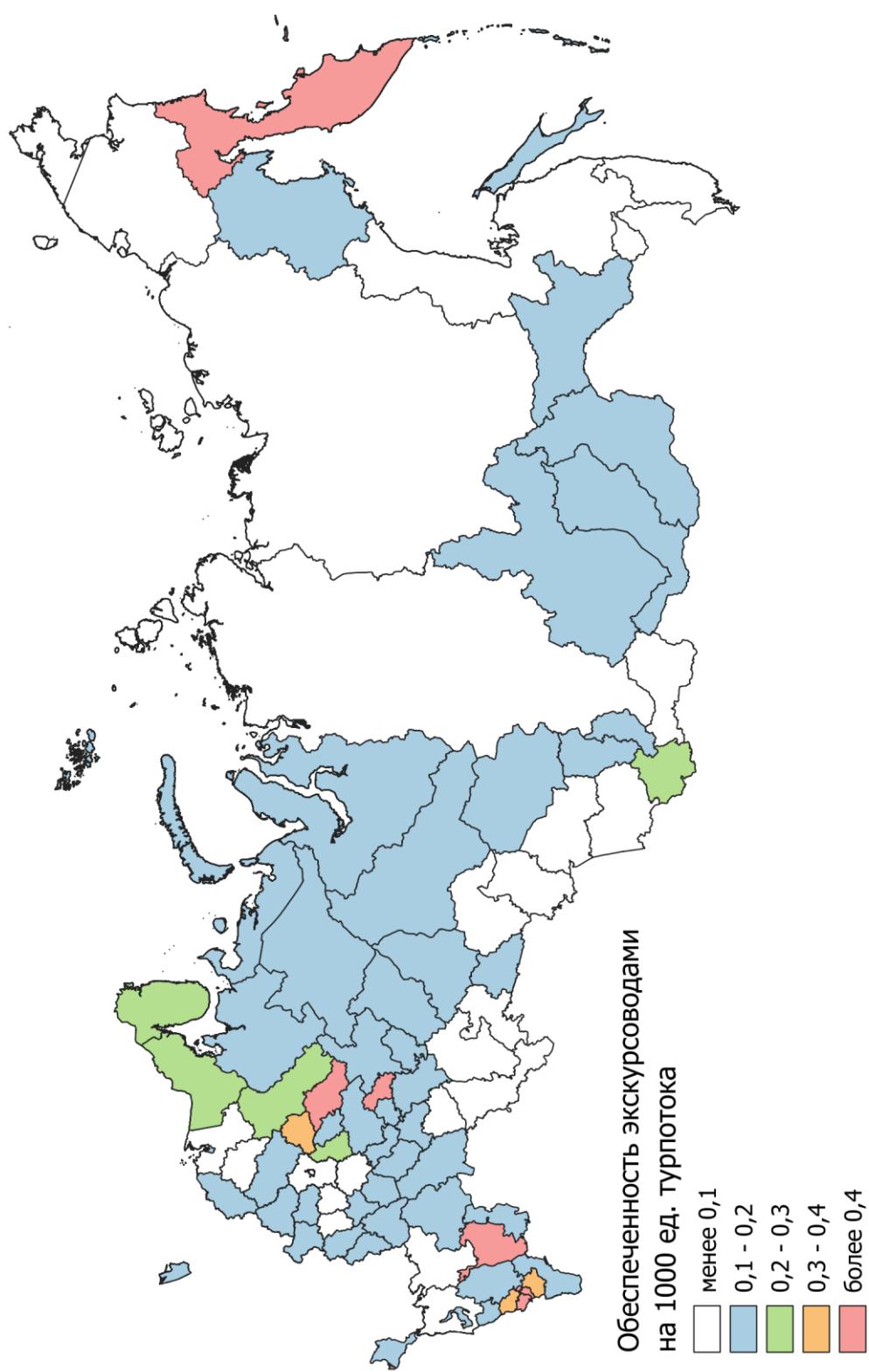


Рис. 3. Обеспеченность регионов России аттестованными экскурсоводами, гидами-переводчиками, 2024 г.
Fig. 3. Availability of certified guides and guide-interpreters in Russian regions, 2024

*Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.*

В 2024 году средний по стране уровень обеспеченности аттестованными экскурсоводами и гидами-переводчиками снизился до 0,1 единицы на 1000 туристских поездок. Например, в 2023 г. он составлял 0,2. Снижение среднего уровня обеспеченности объясняется ростом величины туристских поездок, который наблюдался практически во всех регионах страны. Темпы роста туристических поездок опережали незначительный рост количества аттестованных экскурсоводов. Также следует отметить, что в 2023 г. уровень обеспеченности аттестованными экскурсоводами рассчитывался по величине туристских поездок за один квартал 2023 г., а в 2024 г. в расчет взяли суммарную величину туристских поездок за 3 квартала.

Результаты группировки регионов по уровню их обеспеченности аттестованными экскурсоводами в 2024 г. были картографированы (рис. 3).

Обратим внимание на то, что состав регионов с высоким уровнем обеспеченности экскурсоводами, гидами-переводчиками с показателем более 0,4 единицы, по сравнению с 2023 г., сохранился практически в том же виде. В 2024 г. в число лидеров вошли Республика Калмыкия и Костромская область, а вышли из лидирующей группы Республики Алтай и Дагестан. Республики Ингушетия, Калмыкия, Марий Эл, Северная Осетия – Алания, а также Камчатский край, Костромская область, Севастополь оказались в этой группе в том числе благодаря низкой величине туристского потока. Самая высокая величина в группе в Костромской области – почти 309 тыс. поездок, а самая низкая в Ингушетии – почти 46 тыс. поездок. При этом количество аттестованных экскурсоводов в этой группе невысокое и варьирует от 27 в Ингушетии до 160 в Камчатском крае.

Кабардино-Балкарская Республика, Чеченская Республика и Ярославская область образуют группу с относительно высоким уровнем обеспеченности аттестованными экскурсоводами, гидами-переводчиками (0,4–0,3). Немногочисленна и группа со средним уровнем обеспеченности аттестованными экскурсоводами, гидами-переводчиками (0,2–0,3). В нее вошли 5 регионов: Республики Алтай, Карелия, а также Владимирская, Вологодская, Мурманская области.

Группу с низким уровнем обеспеченности аттестованными экскурсоводами, гидами-переводчиками (0,1–0,2) образуют 25 регионов, группу с очень низким уровнем обеспеченности аттестованными экскурсоводами, гидами-переводчиками (менее 0,1) – 44 региона.

Состав групп с низкими показателями обеспеченности разнородный. Сюда попали как регионы-лидеры по количеству аттестованных экскурсоводов (Санкт-Петербург, Москва, Республики Крым и Татарстан), так и явные аутсайдеры, регионы, имеющие менее 20 аттестованных экскурсоводов, гидов-переводчиков (Якутия, Курская область, Коми, Орловская и Челябинская области, Еврейская автономная область, Ненецкий и Чукотский автономные округа). Рассчитанный уровень обеспеченности демонстрирует соотношение численности экскурсоводов к величине туристических поездок в регион. Поэтому регионы с высоким туристическим потенциалом, привлекательные для туристов, имеют и высокие значения туристических поездок. Очевидно, что этим регионам следует особенно обратить внимание на подготовку квалифицированных экскурсоводов.

Анализ регионов по соотношению численности мужчин-экскурсоводов и женщин-экскурсоводов показал, что лишь в 6 регионах мужчины преобладают. Это три Северо-Кавказские республики: Чеченская, Ингушская и Северная Осетия, а также Мурманская область, Камчатский край и Якутия. Заметим, что в Якутии зарегистрирован лишь один аттестованный экскурсовод, и это – мужчина. В целом по стране доля женщин-экскурсоводов составляет 78 % (рис. 4).

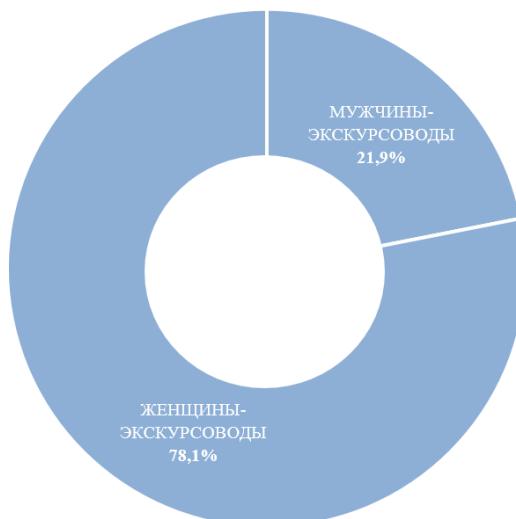


Рис. 4. Соотношение полов среди экскурсоводов России
Fig. 4. Sex ratio among Russian tour guides

*Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.*

Аттестация экскурсоводов оказалась продуктивным механизмом регулирования деятельности экскурсоводов. Экскурсоводы и гиды-переводчики прошли повышение квалификации и самоорганизовались. Во многих регионах благодаря аттестации появились профессиональные сообщества, представляющие интересы экскурсоводов и гидов-переводчиков, взаимодействующие с региональными органами власти и презентующие интересы региона на федеральном и международном уровне.

Известными объединениями являются ассоциации экскурсоводов, действующие в Москве, Нижегородской области, Крыму, городах Сочи и Севастополь. Все они стали учредителями Федерации ассоциации российских гидов. Позднее в федерацию вступили Байкальское объединение экскурсоводов, ассоциации экскурсоводов Волгоградской области, Татарстана, Чувашии, Башкирии, Удмуртии [17]. На современном этапе объединения экскурсоводов действуют практически в каждом регионе.

Подобные общественные институты имеют важное значение не только для самих экскурсоводов, но и для региональной системы управления туризмом. Во-первых, объединения экскурсоводов решают вопросы самообразования экскурсоводов, организуя семинары и круглые столы по самым актуальным вопросам краеведческого, юридического и экономического профиля. Во-вторых, они обеспечивают занятость экскурсоводов в межсезонье. Некоммерческие организации экскурсоводов начали активно участвовать в конкурсах на получение грантов или субсидий, формируя заявки на реализацию проектов, связанных с проектированием и продвижением авторских экскурсионных маршрутов. Возможно, региональным органам власти следует обратить внимание на этот механизм поддержки экскурсоводов, особенно в межсезонье. При соответствующем методическом обосновании условий конкурсов для НКО можно увеличить количество самозанятых экскурсоводов и стимулировать их экономическую активность.

Заключение

В настоящее время в стране и в регионах формируется система поддержки аттестованных экскурсоводов, которая включает как регулирование через процедуру аттестации, так и обучение, проведение конкурсов профессионального мастерства и финансовую поддержку, осуществляющую через систему конкурсов на получение грантов или субсидий юридическими или физическими лицами.

Необходимо поддерживать и распространять опыт действующих некоммерческих организаций, представляющих интересы экскурсоводов и реализующих экскурсионные проекты. Такие практики и примеры финансово поддерживают экскурсоводов в межсезонье, а также развиваются их профессиональные компетенции.

Аттестация и формируемая база в реестре экскурсоводов позволяют получать объективную и корректную информацию о количестве действующих и аттестованных экскурсоводов, гидов-переводчиков, что важно в управлении туризмом, при прогнозировании и стратегическом планировании развития туризма в стране и в регионах.

К декабрю 2024 г. в России действовало 10033 аттестованных экскурсоводов, гидов-переводчиков, из них 78,1 % – женщины, 21,9 % – мужчины. По сравнению с 2023 г. количество аттестованных экскурсоводов увеличилось более чем в 2 раза. Рост аттестованных экскурсоводов в регионах России обусловлен Федеральным законом, принятым 20.04.2021 № 93-ФЗ, в котором прописано регулирование деятельности экскурсоводов (гидов), гидов-переводчиков и инструкторов-проводников. В законе указано требование об обязательной аттестации экскурсоводов (гидов), гидов-переводчиков, порядок ее проведения и требования к аттестуемым лицам [16]. Соответствующие изменения, внесенные в нормативные акты, это требование вступят в силу с 1 марта 2025 г.

Анализ полового состава аттестованных экскурсоводов показал, что в 6 регионах мужчины-экскурсоводы преобладают – это Чеченская Республика, Республика Ингушетия, Северная Осетия, Якутия, а также Мурманская область и Камчатский край. Анализ этих регионов указывает на два фактора, определяющих доминирование в них мужчин. Во-первых, в республиках Северного Кавказа проявляются этнокультурные традиции, которые формируют преобладание мужчин в структуре экономически активного населения, особенно в сфере услуг гостеприимства. Во-вторых, северные и дальневосточные регионы с преобладанием активного туризма определили преимущественно мужскую занятость в оказании экскурсионных услуг (экскурсии по экологическим тропам, природным объектам, расположенным в труднодоступных местах и др.).

В 5 регионах страны данные по аттестованным экскурсоводам отсутствуют в реестре.

Оценка уровня обеспеченности аттестованными экскурсоводами и гидами-переводчиками показала, что в среднем по России в 2024 г. показатель снизился до 0,1 единицы на 1000 туристских поездок (в 2023 г. он составлял 0,2).

Сравнительный анализ выделенных групп регионов, имеющих разные величины обеспеченности, указывает на незначительные изменения их состава. Это наблюдается как в группах с высокими показателями, так и в группах с низкими значениями.

Регионам с высоким туристским потенциалом и высокими значениями туристических поездок следует особенно обратить внимание на подготовку квалифицированных экскурсоводов, что будет способствовать увеличению численности аттестованных экскурсоводов.

Анализ успешных практик регионов-лидеров аттестации экскурсоводов показал, что там сформированы и активно действуют профессиональные сообщества экскурсоводов. Объединения подчеркивают, что аттестация стала мотиватором взаимодействия и продуктивной совместной работы по формированию новых, нетривиальных маршрутов. Экскурсоводы проектируют, апробируют, совместно дорабатывают и в дальнейшем активно предлагают туристам новые экскурсионные продукты.

*Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.*

Библиографический список

1. Винник А.В. Нормативно-правовое регулирование вопросов аттестации экскурсоводов в контексте современных условий развития туризма / Современные тенденции развития мировой, национальной и региональной индустрии гостеприимства. Тверь: Тверской государственный университет, 2022. С. 103–107. EDN: DGPNMM
2. Вкусные маршруты по экотропам Чувашии. Ассоциация экскурсоводов Чувашии. URL: <http://www.tourguides21.ru/projects> (дата обращения 16.12.2024)
3. Глушанок Т.М. Зарождение отечественного экскурсионного дела // Сервис в России и за рубежом. 2023. № 17 (6). С. 8–15. DOI: 10.5281/zenodo.10431448 EDN: YNKUBC
4. Глушанок Т.М. Становление современного отечественного экскурсионного дела // Сервис в России и за рубежом. 2023. № 17 (6). С. 16–25. DOI: 10.5281/zenodo.10431454 EDN: ZTIIDE
5. Довлатов С.Д. Заповедник. М.: Азбука, 2023. 640 с.
6. Консультант плюс. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности 2014 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/ (дата обращения 10.12.2024)
7. КонтурНорматив. Общесоюзный классификатор. Отрасли народного хозяйства. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=38114> (дата обращения 18.11.2024)
8. Министерство экономического развития Российской Федерации. Реестр экскурсоводов и гидов-переводчиков. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/turizm/reestr_turizm/reestr_eksкурсоводов_i_gidov_perevodchikov/ (дата обращения 16.12.2024)
9. Проводники смыслов. Всероссийский конкурс гидов-экскурсоводов. URL: https://morethantrip.ru/konkurs_gid (дата обращения 9.11.2024)
10. Проекты. Конкурс Лучшие гиды Нижнего Новгорода. URL: <https://nnov.granty.rph/public/application/item?id=cd14c1b9-4509-4a7f-9919-873988e4dfd3> (дата обращения 16.12.2024)
11. Российский государственный университет туризма и сервиса. Дополнительное образование. URL: https://rguts.ru/programs/index?type_program_id=5 (дата обращения 9.11.2024)
12. Степанова О.В. Из истории экскурсионного дела в Москве: профессиональная подготовка экскурсоводов в 1937–1970 гг. // Культурологический журнал. 2013. № 2. URL: <http://www.intelros.ru/readroom/kulturologicheskiy-zhurnal/kul2-2013/21646-iz-istorii-eksursionnogo-dela-v-moskve-professionalnaya-podgotovka-eksкурсоводов-v-19371970-gg.html> (дата обращения 16.12.2024) EDN: RHCVBV
13. Трифонова З.А. Экскурсоводы как креативное сообщество региональной туринастрии: территориальный анализ результатов аттестации // Сервис в России и за рубежом. 2023. № 17 (3). С. 92–103. DOI: 10.5281/zenodo.8145370 EDN: RGDHPP
14. Туризм в Югре / В Югре проводится набор на обучение по программе профессиональной переподготовки по направлению «Экскурсовод». URL: [https://tourism.admhmao.ru/vse-novosti/10637429/](https://tourism.admhmao.ru/vse-novosti/10637429) (дата обращения 9.11.2024)
15. Федеральная служба государственной статистики. Туристский поток. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/turizm> (дата обращения 20.11.2024)
16. Федеральный закон от 20.04.2021 № 93-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202104200044?index=1> (дата обращения 20.11.2024)
17. Федерация ассоциации российских гидов. О нас. URL: https://farguides.ru/o_nas (дата обращения 9.11.2024)
18. Фридман В.К. история Ленинградского Бюро путешествий и экскурсий // Мир экскурсий. 2008. № 2. С. 3–8. URL: <http://mirpeterburga.ru/upload/iblock/f9d/f9d560d52a1d9cfb8eccaab5cfbb003e.pdf> (дата обращения 16.12.2024)
19. Чувашский государственный университет. Экскурсионное дело. URL: <https://cdo.chuvsu.ru/programmy-obucheniya/turizm-i-eksursionnoe-delo/256-professionalnaya-podgotovka-eksкурсоводов> (дата обращения 16.12.2024)
20. Шоронина Л.Н. Из истории развития экскурсионно-туристического дела Казани в первой половине XX в. // Вестник Кемеровского государственного университета. 2008. № 3. С. 70–74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iz-istorii-razvitiya-eksursionno-turisticheskogo-dela-kazani-v-pervoy-polovine-xx-v-viewer> (дата обращения 18.12.2024)
21. Шоронина Л.Н. Исторический опыт организации туристско-экскурсионного дела в Казани в 1960–1980-е гг.: дис. ... канд. истор. наук. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2021. URL: <https://www.dissercat.com/ontent/istoricheskii-optyt-organizatsii-turistsko-eksursionnogo-dela-v-kazani-v-1960-1980-e/read> (дата обращения 18.12.2024)
22. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности. URL: <https://docs.cntd.ru/document/842501197> (дата обращения 10.12.2024)
23. Яковенко И.М., Карпов Л.С. Этапы и тенденции развития функциональной и территориальной структуры системы социокультурных видов туризма в Крыму // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2023. № 9 (19). С. 127–140. EDN: WAXATL

*Рекреационная география и туризм
Трифонова З.А.*

References

1. Vinnik A.V. (2022). Normativno-pravovoye regulirovaniye voprosov attestacii ekskursovodov v kontekste sovremennoy uslovii razvitiya turizma / Sovremennye tendencii razvitiya mirovoy, nacionalnoy i regionalnoy industrii goctepriimstva. Tver: Tverskoy gosudarstvennyj universitet. Pp. 103–107.
2. Vkusnye marshruty po ekotropam Chuvashii. Asociaciya ekskursovodov Chuvashii [online] Available at <http://www.tour-guides21.ru/projects> [Data dostupa 16.12.2024].
3. Glushanok T.M. (2023). Zarozdenie otechestvennogo ekskursionnogo dela // Servis v Rossii I za rubezom № 17 (6). Pp. 8–15.
4. Glushanok, T.M. Stanovlenie sovremennoy otechestvennogo ekskursionnogo dela // Servis v Rossii I za rubezom. 2023. № 17 (6). Pp. 8–15.
5. Dovlatov S.D. Zapovednik. M.: Azbuka. Pp. 5-128.
6. Consultant Plus. Obsherossiyskiy klassifikator vidov ekonomicheskoy deyatelnosti 2014 g. [online] Available at https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/ [Data dostupa 12/10/2024]
7. KonturNormativ Obshesouyzny klassifikator. Otrasli narodnogo hozyaistva [online] Dostupno na <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=38114> [Data dostupa 18.11.2024]
8. Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federacii. Reestr ekskursovodov i gidov-perevodchikov [online] Available at https://www.economy.gov.ru/material/directions/turizm/reestry_turizm/reestr_ekskursovodov_i_gidov_perevodchikov/ [Data dostupa 12/16/2024].
9. Provodniki smyslov. Vserossiskiy konkurs gidov-ekskursovodov [online] Available at https://morethantrip.ru/konkurs_gid [Data dostupa 9.11.2024].
10. Proekty. Konkurs Luchshie giddy Niznego Novgoroda [online] Available at <https://иннов.гранты.рф/public/application/item?id=cd14c1b9-4509-4a7f-9919-873988e4dfd3> [Data dostupa 16.12.2024].
11. Rossiyskiy gosudarstvenny universitet turizma i servisa. Dopolnitelnoe obrazovanie [online] Available at https://rguts.ru/programs/index?type_program_id=5 [Data dostupa 9.11.2024].
12. Stepanova O.V. Iz istorii ekskursionnogo dela v Moskve: professionalnaya podgotovka ekskursovodov v 1937-1970 gg. // Kulturologicheskiy zurnal. 2013, № 2. [online] Available at <http://www.intelros.ru/readroom/kulturologicheskiy-zurnal/kul2-2013/21646-iz-istorii-ekskursionnogo-dela-v-moskve-professionalnaya-podgotovka-ekskursovodov-v-19371970-gg.html> [Data dostupa 16.12.2024].
13. Trifonova Z.A. Ekskursovody kak kreativnoye soobshhestvo regionalnoy turindustrii: territorialny analiz rezulatov attestacii // Servis v Rossii I za rubezom, 2023. № 17(3). C. 92-103.
14. Turizm v Ygre / V Ygre provoditsya nabor na obuchenije po programme professionalnoy perepodgotovki po napravleniyu «Ekskursovod» [online] Available at <https://tourism.admhmao.ru/vse-novosti/10637429/> [Data dostupa 9.11.2024].
15. Federalnaya sluzba gosudarstvennoy statistiki. Turistskiy potok [online] Available at https://rguts.ru/programs/index?type_program_id=5 [Data dostupa 9.11.2024].
16. Federalny zakon ot 20.04.2021 № 93-FZ «O vnesenii izmeneniy v Federalny zakon “Ob osnovah turistskoy deyatelnosti b Rossiskoy Federacii” [online] Available at <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202104200044?index=1> [Data dostupa 20.11.2024].
17. Federaciya associacii rossiyskih gidov. O nas. [online] Available at https://farguides.ru/o_nas [Data dostupa 11/9/2024].
18. Friedman V. K istorii Leningradskogo Byuro puteshestviy i ekskursiy // Mir ekskursiy, 2008. № 2. S. 3-8. [online] Available at <http://mirpeterburga.ru/upload/iblock/f9d/f9d560d52a1d9cfb8eccaab5cfbb003e.pdf> [Data dostupa 16.12.2024].
19. Chuvashskiy Gosudarstvenny universitet. Ekskursionnoe delo [online] Available at <https://edo.chuvsu.ru/programmy-obucheniya/turizm-i-ekskursionnoe-delo/256-professionalnaya-podgotovka-ekskursovodov> [Data dostupa 16.12.2024].
20. Shoronina L.N. (2018). Iz istorii razvitiya ekskuriionno-turisticheskogo dela Kazani v pervoy polovine XX v. // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta, 2008. N 3, S. 70-74 [online] Available at <https://cyberleninka.ru/article/n/iz-istorii-razvitiya-ekskuriionno-turisticheskogo-dela-kazani-v-pervoy-polovine-hh-v-viewer> [Data dostupa 12/18/2024].
21. Shoronina L.N. Istoricheskiy opyt organizacii turistsko-ekskuriionnogo dela v Kazani v 1960-1980 gg. Kandidat istoricheskikh nauk. Kazanskiy (Privolzskiy) federalny universitet [online] Available at <https://www.dissertcat.com/content/istoricheskii-opyt-organizatsii-turistsko-ekskuriionnogo-dela-v-kazani-v-1960-1980-e/read> [Data dostupa 12/18/2024].
22. Electronniy fond pravovyh i normativno-tehnicheskikh dokumentov. Obsherossiyskiy klassifikator vidov ekonomicheskoy deatelnosti [online] Available at <https://docs.ctnd.ru/document/842501197> [Data dostupa 12/10/2024]
23. Yakovenko I.M., Karpov L.S. Etapy i tendencii razvitiya funkcionalnoy i territorialnoy struktury sistemy sociokulturnih vidov turizma v Krymu // Geopolitika I ekogeodinamika regionov. 2023. № 9(19). S. 127–140.

Статья поступила в редакцию: 15.02.25, одобрена после рецензирования: 21.03.25, принятая к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 15 February 2025; approved after review: 21 March 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Зоя Алексеевна Трифонова

доцент, кафедра экономической и социальной географии и туризма,
историко-географический факультет,
Чувашский государственный университет
им. И.Н. Ульянова;
428015, Россия, Чебоксары, Московский пр-т, 15

e-mail: stavgeo@mail.ru

Information about the author

Zoya A. Trifonova

Associate Professor, Department of Economic and Social Geography and Tourism,
Faculty of History and Geography,
Chuvash State University named after I.N. Ulyanov
15, Moskovsky prospekt, 428015, Cheboksary, Russia

Картография и геоинформатика
Добрякова В.А., Широкова Л.М.

КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

Научная статья

УДК 910.3

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-189-199

EDN: UUABOK



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Валентина Аркадьевна Добрякова¹, Любовь Михайловна Широкова²

^{1, 2} Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

¹ v.a.dobryakova@utmn.ru

² shtampvp@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты применения метода максимальной энтропии (MaxEnt) для моделирования пригодности сельскохозяйственных земель для выращивания основных зерновых культур в Самарской области в условиях изменения климата. Территория Самарской области характеризуется высокой степенью распаханности и развитым агропроизводством. Около половины посевных площадей используется под зерновые культуры (ячмень, яровая и озимая пшеница, кукуруза на зерно). Наибольшее влияние на урожайность данных сельскохозяйственных культур оказывают абиотические факторы, в частности температура и осадки. Согласно прогнозам, изменения климата существенно изменят географию земель, пригодных для выращивания зерновых культур. В качестве основного применялся инструмент «Прогнозирование только присутствия (MaxEnt)», реализованный в программном комплексе ArcGISPro. Модель MaxEnt основана на принципах логистической регрессии. Для обучения используются заданные местоположения, а также связанные с ними значения объясняющих (независимых) и зависимой переменных. Обученная модель позволяет сделать прогноз величины зависимой переменной при любых значениях независимых переменных. В нашей модели заданные известные местоположения – распределение сельскохозяйственных земель для выращивания основных зерновых культур в Самарской области. В качестве объясняющих использовались 19 биоклиматических переменных. Прогнозные значения переменных рассчитаны в соответствии с климатическим сценарием SSP3-7.0 на 2050 г. Получены две карты пригодности земель – текущей (модель, описывающая распределение в современных климатических условиях) и будущей (при реализации выбранного сценария будущего климата на 2050 год) – для выращивания пшеницы, ячменя и кукурузы на территории Самарской области, с оценкой вероятности присутствия. Оценка качества модели выполнена по показателю AUC, площадь – по ROC-кривой, которая отражает соотношение верно классифицированных моделью точек присутствия признака и неверно классифицированных точек фона. Выявлено, что в будущем территория для выращивания основных зерновых культур существенно сократится за счёт южных районов и сместится на север области.

Ключевые слова: Самарская область, сельское хозяйство, моделирование пригодности земель, модель MaxEnt, ArcGISPro

Для цитирования: Добрякова В.А., Широкова Л.М. Моделирование пригодности земель для выращивания сельскохозяйственных культур в Самарской области в условиях изменения климата // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 189–199. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-189-199. EDN: UUABOK



© 2025 Добрякова В. А., Широкова Л. М. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, перейдите по ссылке <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

*Картография и геоинформатика
Добрякова В.А., Широкова Л.М.*

CARTOGRAPHY AND GEOINFORMATICS

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-189-199

EDN: UUABOK

MODELING THE SUITABILITY OF LANDS FOR CULTIVATING AGRICULTURAL CROPS IN THE SAMARA REGION UNDER CLIMATE CHANGE

Valentina A. Dobryakova¹, Lyubov M. Shirokova²

^{1, 2} Tyumen State University, Tyumen, Russia

¹ v.a.dobryakova@utmn.ru

² shtampvp@mail.ru

Abstract. The paper presents the results of applying the Maximum Entropy (MaxEnt) method for modeling the suitability of agricultural land for the cultivation of major grain crops in the Samara Region under changing climate conditions.

The territory of the Samara Region is characterized by a high proportion of arable lands and developed agricultural production. About half of the cultivated areas are used for grain crops (barley, spring and winter wheat, grain maize).

The yield of these agricultural crops is primarily influenced by abiotic factors, especially temperature and precipitation. According to forecasts, global warming will significantly change the geography of land suitable for the cultivation of grain crops.

The MaxEnt presence-only modeling tool, implemented in the ArcGIS Pro software package, was used in the study as the main instrument.

The MaxEnt model is based on the principles of logistic regression. The model is trained using specified locations and values of explanatory (independent) and dependent variables associated with them. The trained model allows for predicting the value of the dependent variable for any values of the predictors.

In our model, the distribution of agricultural land for the cultivation of major grain crops in the Samara Region serves as the specified known locations. 19 bioclimatic variables were used as explanatory variables. The predicted variable values were calculated according to the SSP3-7.0 climate scenario for the year 2050.

We obtained two maps of land suitability, current and future, for the cultivation of wheat, barley, and maize in the Samara Region, with an assessment of the probability of presence. The quality of the model was assessed using the AUC (area under the curve) statistic, which reflects the relationship between presence points that are correctly classified by the model and incorrectly classified background points.

The study has found that in the future, the territory suitable for the cultivation of major grain crops will significantly decrease, primarily in the southern districts, and will shift toward the northern part of the region.

Keywords: Samara Region, agriculture, land suitability modeling, MaxEnt model, ArcGIS Pro

For citation: Dobryakova, V.A., Shirokova, L.M. (2025). Modeling the suitability of lands for cultivating agricultural crops in the Samara Region under climate change. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 189–199. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-189-199. EDN: UUABOK

Введение

Изменение климата представляет собой одну из наиболее актуальных и сложных проблем современности, оказывая значительное влияние на различные сферы человеческой деятельности, включая сельское хозяйство [11, 19]. В последние годы наблюдается заметное изменение температурных режимов, а также увеличение частоты экстремальных погодных явлений. В таких условиях способность оценивать и предсказывать пригодность земель для выращивания различных сельскохозяйственных культур становится критически важной для обеспечения продовольственной безопасности.

Кроме того, изменения в климате затрагивают не только урожайность, но и устойчивость агросистем, что требует разработки адаптивных управленческих стратегий. Моделирование пригодности земель позволяет выявить наиболее перспективные районы для сельскохозяйственного производства, а также оптимизировать использование имеющихся ресурсов и минимизировать риски потерь.

Для исследования выбрана территория Самарской области. Площадь сельскохозяйственных угодий составляет 3996,1 тыс. га, 75% территории области. Около 70% территории области распахано [18]. По данным Самарского статистического ежегодника, примерно половина посевной площади сельскохозяйственных культур используется под зерновые культуры, из них за 2022 год самыми востребованными стали: ячмень, яровая и озимая пшеница, кукуруза на зерно [10, 18].

Наибольшее влияние на урожайность вышеупомянутых сельскохозяйственных культур на территории области оказывают абиотические факторы, особенно значимыми являются температура и осадки [5, 14, 17].

Для построения прогноза использован метод максимальной энтропии на базе функционала программного комплекса ArcGIS Pro (инструмент «Прогнозирование только присутствия (MaxEnt)»).

*Картография и геоинформатика
Добрякова В.А., Широкова Л.М.*

Использование модели MaxEnt позволяет оценить вероятность присутствия изучаемого явления как в современных условиях, так и при реализации выбранного сценария будущего климата.

В последнее время растет применение данной модели для изучения ареалов распространения сельскохозяйственных культур при изменении природных условий. Например, в исследованиях Fitzgibbon A., Pisut D., Fleisher D. [23] и Kogo B.K., Kumar L., Koech R., Kariyawasam C.S. [25] модель присутствия использована для прогноза пригодности земель для выращивания кукурузы в США и Кении, а в статье Yu X., Tao X., Liao J. et al. [29] – для поиска и оценки подходящих районов в Китае для выращивания ратунового и двухразового риса.

Цель исследования – прогнозирование пригодности сельскохозяйственных земель для возделывания основных зерновых культур (пшеницы, ячменя и кукурузы) в Самарской области в условиях изменения климата. Ожидается, что результаты проведенного исследования помогут разработать рекомендации по оптимальному использованию земельных ресурсов.

Методология и методы исследования

В рамках исследования применялась методология «Прогнозирование только присутствия (MaxEnt)», реализованная в программном комплексе ArcGISPro.

Модель максимальной энтропии – это корреляционная модель машинного обучения с широкими приложениями в исследованиях экологии, лесном хозяйстве, медицине и т. д. [15, 16, 20, 26, 27, 28, 30]. MaxEnt подходит для изучения культур, чувствительных к климату [1, 7, 13, 23, 25], и всё чаще используется для оценки пригодности пахотных земель, особенно в отношении климата.

Модель MaxEnt основана на принципах логистической регрессии. Для обучения используются заданные местоположения, связанные с ними значения объясняющих и зависимой переменных. Обученная модель позволяет сделать прогноз зависимой переменной при любых значениях независимых объясняющих переменных [26].

Особенностью модели логистической регрессии является то, что зависимая переменная принимает значения 0 (явления нет) или 1 (явление присутствует). Обучение модели заключается в расчете линейной границы разделения точек присутствия и отсутствия.

По сравнению с логистической регрессией в MaxEnt понятие точек отсутствия заменяется на точки фона. Заданием параметра «Относительный вес присутствия к фону» от 1 до 100 появляется возможность устанавливать значимость отсутствия явления в точках фона: 1 соответствует логистической регрессии (точка фона является точкой отсутствия), а 100 тому, что наличие или отсутствие явления в точках фона неизвестно.

Инструмент MaxEnt запускается дважды: в режиме обучения и в режиме прогнозирования.

Входные данные инструмента (основные):

1. Известные местоположения точек присутствия.
2. Изучаемая область.
3. Независимые переменные, описывающие факторы окружающей среды, которые влияют на присутствие явления в изучаемой области.

При запуске инструмента в режиме обучения на основе принципа максимальной энтропии по известным данным рассчитывается линейная граница, разделяющая точки присутствия и точки фона в пространстве независимых переменных. Затем в режиме прогнозирования выполняется расчет положения прогнозных данных относительно рассчитанной на первом этапе линейной границы, что позволяет сделать вывод о присутствии или отсутствии явления. В обоих режимах точки, попавшие в расчет, отражаются на карте изучаемой области с вычислением вероятности наличия явления.

Для нашей модели местоположение точек присутствия – распределение сельскохозяйственных земель для выращивания основных зерновых культур. В качестве входных независимых переменных использовалось 19 биоклиматических показателей (табл. 1).

Все переменные связаны с различными вариациями показателей о температуре и осадках. Процедура расчета указанных показателей представлена в статье Fick S.E., Hijmans R.J. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas [22].

Прогнозные значения переменных рассчитаны в соответствии с климатическим сценарием SSP3-7.0 на 2050 г. [21]. Выбор данного сценария обусловлен следующими причинами: 1. сценарий считается вероятным; 2. считается верхним пределом возможностей; 3. данные расчета климатических показателей по данному сценарию находятся в открытом доступе.

Согласно выбранному сценарию, к 2050 г. среднегодовая температура увеличится на 3,3°, средняя температура самой теплой четверти года – на 3,1°, годовое количество осадков – на 22 мм, осадки в самой теплой четверти – на 6 мм.

Прогнозируемые климатические последствия для территории Самарской области представлены в табл. 2.

Картография и геоинформатика
Добрякова В.А., Широкова Л.М.

Таблица 1
Table 1

19 базовых биоклиматических переменных
19 basic bioclimatic variables

<i>Переменная</i>	<i>Название</i>
BIO1	Среднегодовая температура
BIO2	Средний суточный диапазон (Среднее значение месячных (максимальная температура – минимальная температура))
BIO3	Изотермия (BIO2/BIO7) ($\times 100$)
BIO4	Температурная сезонность (стандартное отклонение $\times 100$)
BIO5	Максимальная температура самого теплого месяца
BIO6	Минимальная температура самого холодного месяца
BIO7	Годовой диапазон температур (BIO5-BIO6)
BIO8	Средняя температура самой влажной четверти
BIO9	Средняя температура самой сухой четверти
BIO10	Средняя температура самой теплой четверти
BIO11	Средняя температура самой холодной четверти
BIO12	Годовое количество осадков
BIO13	Количество осадков в самый влажный месяц
BIO14	Количество осадков в самый сухой месяц
BIO15	Сезонность осадков (коэффициент вариации)
BIO16	Осадки в самой влажной четверти
BIO17	Осадки в самой сухой четверти
BIO18	Осадки в самой теплой четверти
BIO19	Осадки в самой холодной четверти

Таблица 2
Table 2

Изменение климатических показателей для Самарской области согласно сценарию SSP3-7.0 на 2050 г.

Changes in climate indicators for the Samara Region according to the SSP3-7.0 scenario for 2050

<i>Показатель</i>	<i>Изменение, в среднем</i>
Среднегодовая температура	+3,8°
Средняя температура самой теплой четверти	+4 °
Годовое количество осадков	+10 мм
Осадки в самой теплой четверти	-6 мм

Методика исследования:

1. Создание поднаборов-слоев из 19 независимых, базовых биоклиматических переменных (табл.). На данном этапе применили инструмент «Создать многомерный растровый слой» к раству «BioclimateBaseline1970–2000» (скачан с портала ArcGISLivingAtlas [21]).
2. Организация в слоях 19 независимых, прогнозируемых биоклиматических переменных. Растровые слои «BioclimateProjection 01, 02, ..., 19» (скачаны с портала ArcGISLivingAtlas [21]) содержат различные сценарии изменения климата. Был выбран сценарий SSP3-7.0.
3. Извлечение и переклассификация данных о пахотных землях с доминирующими сельскохозяйственными культурами из растра GFSAD.tif [24] для идентификации сельскохозяйственных земель, используемых для выращивания основных зерновых культур.

GFSAD.tif – растровое покрытие содержит данные о мировых пахотных землях и их использовании. GFSAD.tif основан на мультисенсорных данных дистанционного зондирования (например, серии Landsat, серии MODIS, AVHRR), вторичных данных и данных полевых участков и направлен на документирование динамики пахотных земель с 2000 по 2030 год [24].

*Картография и геоинформатика
Добрякова В.А., Широкова Л.М.*

4. Корректировка результата данными о распределении сельскохозяйственных полей (пашни), 2016–2017 гг. геоинформационной системы агропромышленного комплекса (ГИС АПК) Самарской области [4]. Корректировка заключается в наложении на данные глобального растра детальной геометрии пашни. Это позволило выделить сложившуюся структуру землепользования и сделать карты более точными. Далее с помощью инструмента «Переклассифицировать» (Инструменты SpatialAnalyst) выполнено ранжирование откорректированных данных на две категории: «1» – сельскохозяйственные культуры присутствуют, «0» – культуры отсутствуют (рис. 1).

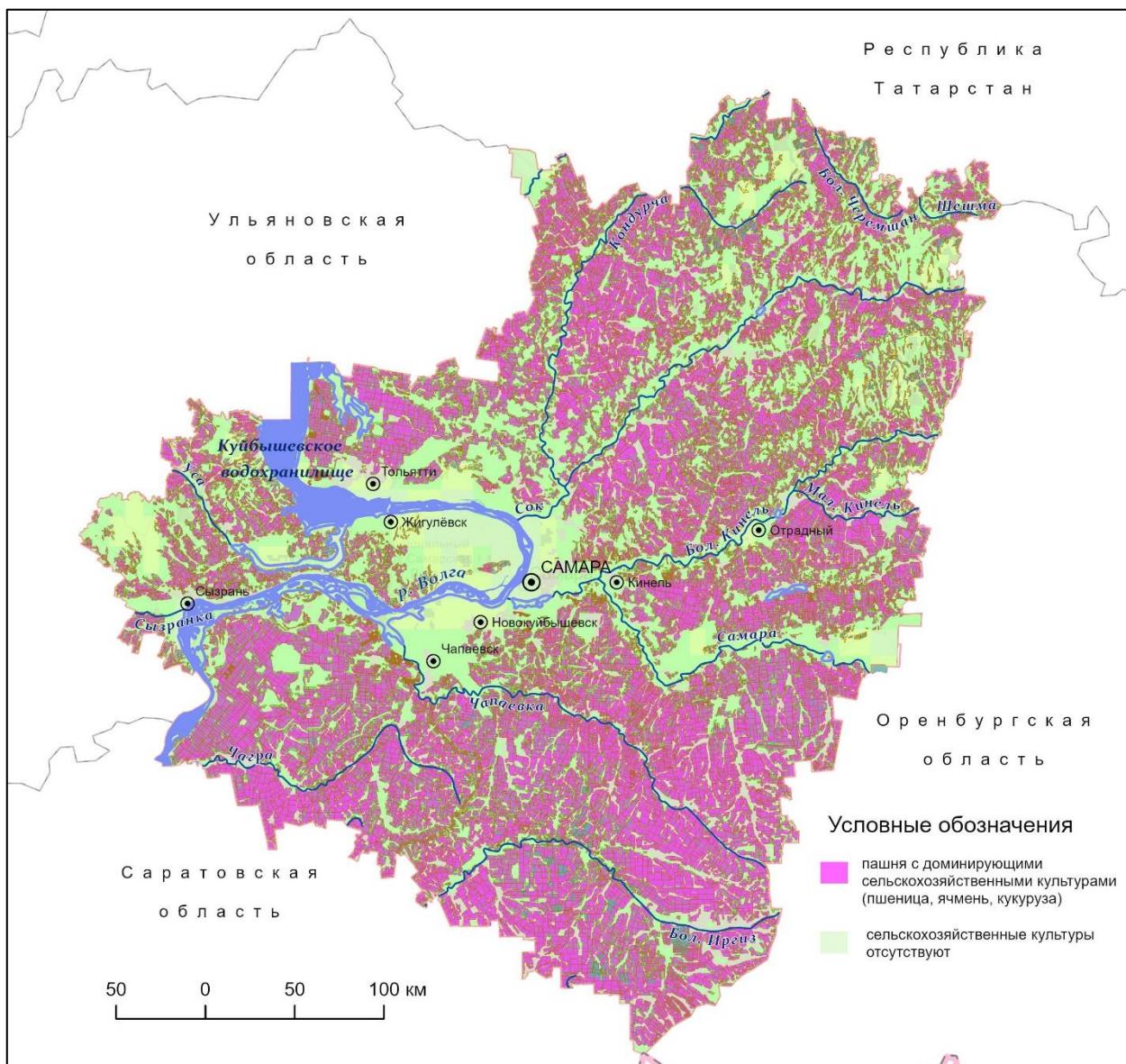


Рис. 1. Распределение пахотных земель с доминирующими сельскохозяйственными культурами (пшеница, ячмень, кукуруза)
Fig. 1. Distribution of arable land with dominant crops (wheat, barley, maize)

5. Создание 70 000 случайно распределенных точек в пределах Приволжского и Южного федеральных округов для обучения модели. Этим точкам были присвоены атрибуты, указывающие на наличие или отсутствие сельскохозяйственных земель категории «пашня» (из файла GFSAD.tif), и присоединены исходные биоклиматические данные (растровый слой «BioclimateBaseline1970–2000»). Далее запуск инструмента «Прогнозирование только присутствия (MaxEnt)» в режиме обучения. Выполнено увеличение области обучения для модели. Предполагаемая причина – отсутствие в пределах Самарской области территорий с параметрами, соответствующими прогнозным.

6. Создание точек для прогноза, 100 000 случайно распределенных в пределах Самарской области, и добавление рассчитанных (прогнозных) биоклиматических данных на 2050 год. Запуск инструмента «Прогнозирование только присутствия (MaxEnt)» в режиме прогнозирования.

Картография и геоинформатика
Добрякова В.А., Широкова Л.М.

Большинство параметров модели установлены по умолчанию, кроме: «Применить пространственное проеживание» с расстоянием 2 км (рассчитан с помощью инструмента «Вычислить диапазон расстояний до числа соседних объектов»); «Относительный вес присутствия к фону», со значением 80 (подобран по результатам экспертной оценки).

После работы инструмента в режиме обучения получаем обученную модель. Каждой точке присваивается атрибут – результат сравнения исходных данных о наличии пашни и данных о наличии из модели.

Далее обученную модель можно использовать для прогнозирования возможности присутствия в новом наборе данных.

Объекты прогнозирования – местоположения нового набора данных и входные переменные – рассчитанные (прогнозируемые) значения независимых переменных.

Выходные объекты прогнозирования – данные (точки) прогноза с оценкой вероятности присутствия и слой-растры с результатами прогноза.

Дополнительно инструмент предоставляет опции, помогающие проверить и оценить модель.

Результаты исследования

Получены две карты пригодности земель – текущей (модель, описывающая распределение в современных климатических условиях) и будущей (при реализации выбранного сценария будущего климата на 2050 г.) – выращивания пшеницы, ячменя и кукурузы на территории Самарской области с оценкой вероятности присутствия.

Выявлено, что в будущем территория для выращивания основных зерновых культур существенно сократится за счёт южных районов и сместится на север области (рис. 2, 3).

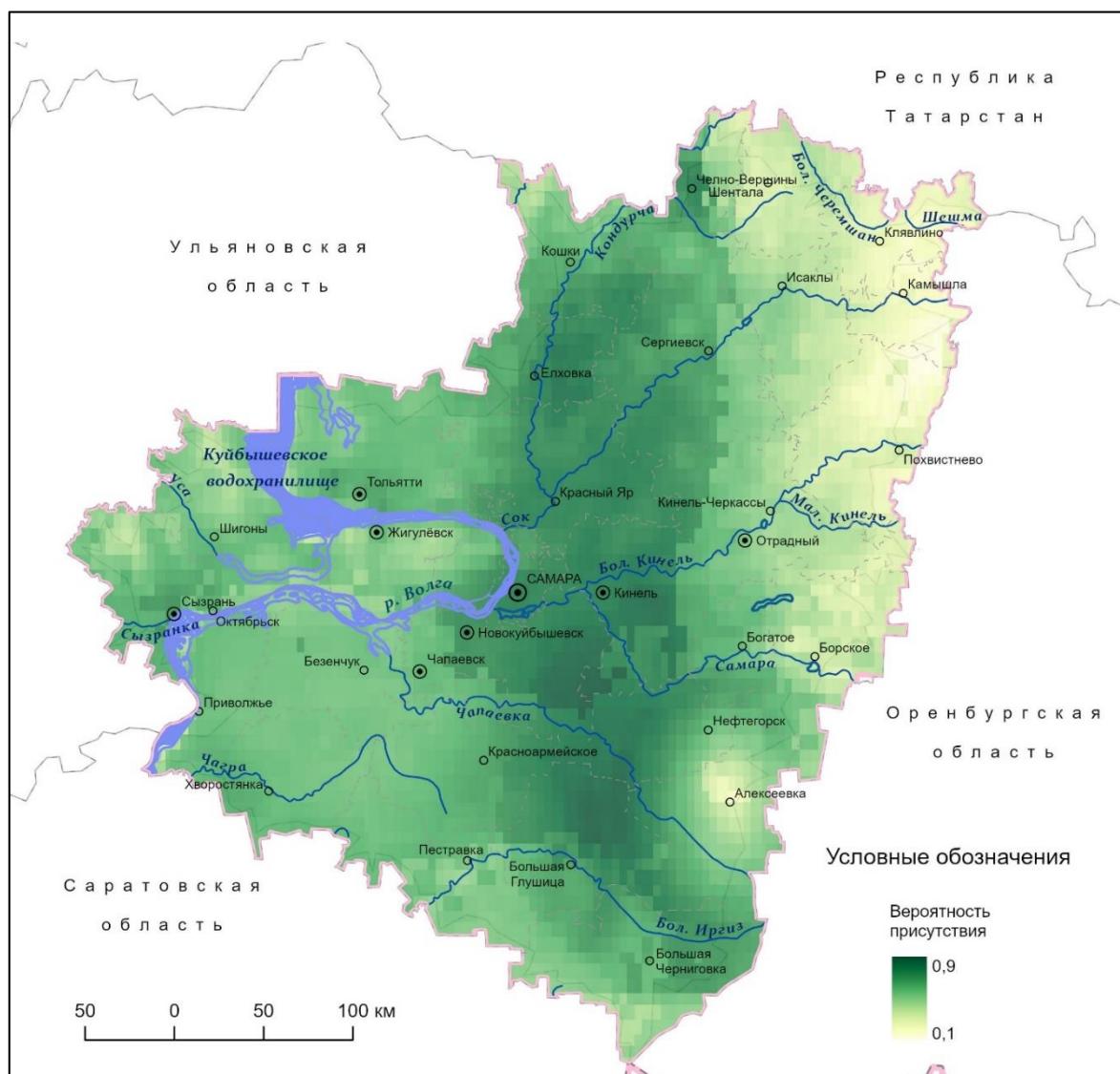


Рис.2. Текущая пригодность земель для выращивания основных сельскохозяйственных культур в Самарской области

Fig. 2. Current suitability of land for growing major agricultural crops in the Samara Region

Картография и геоинформатика
Добрякова В.А., Широкова Л.М.

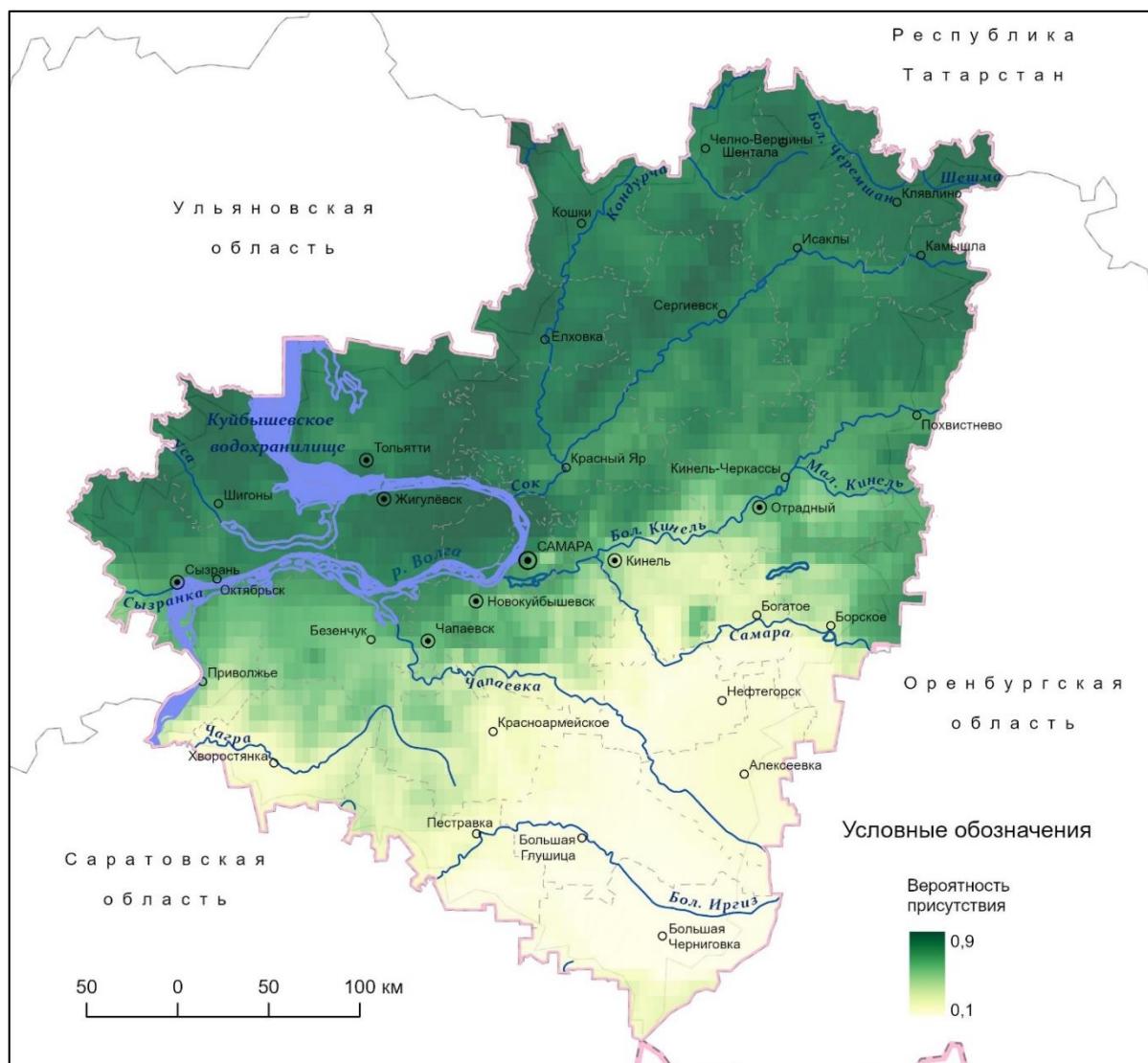


Рис.3. Прогноз пригодности земель для выращивания основных сельскохозяйственных культур
в Самарской области в условиях изменения климата

Fig. 3. Forecast of land suitability for growing major agricultural crops in the Samara Region
under climate change conditions

Базовый показатель качества модели – AUC, площадь под ROC-кривой (рис. 4). Для построения ROC-кривой по оси абсцисс откладывается специфичность, доля неверно предсказанных точек фона (классифицированных как присутствие), а по оси ординат – чувствительность, доля верно предсказанных присутствий. Значения AUC варьируют от 0 до 1, где 1 означает максимальную способность модели отличать точки присутствия от точек фона, значение 0,5 – способность отличать на уровне случайности.

В нашей модели AUC=0,9116, показатель демонстрирует высокую достоверность прогноза.

*Картография и геоинформатика
Добрякова В.А., Широкова Л.М.*

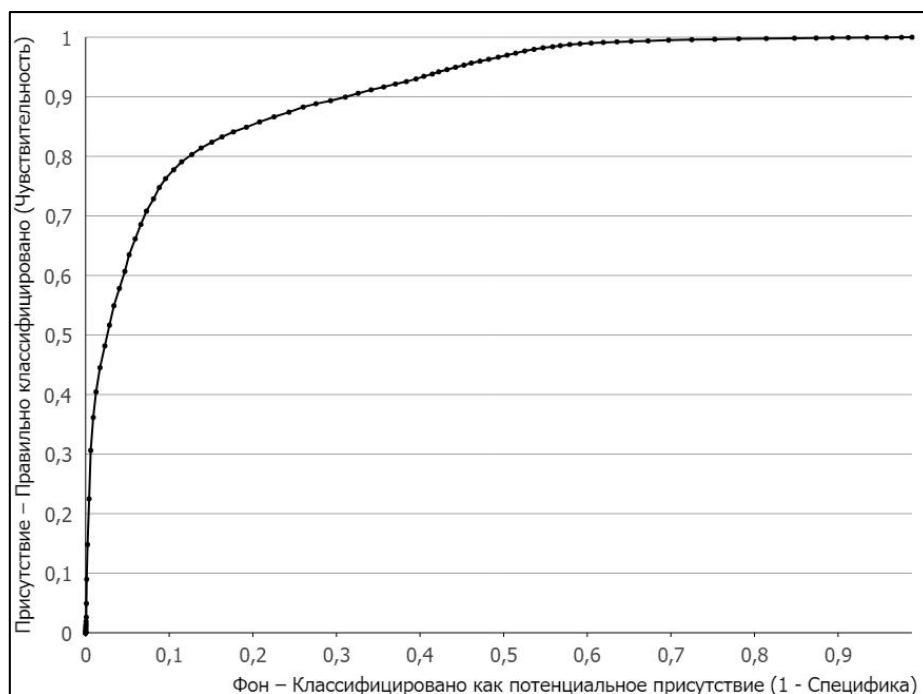


Рис. 4. График ROC (терминология Esri)
Fig. 4. Graph ROC (terminology Esri)

Заключение

Модель присутствия показывает наглядную подробную оценку территории по данному вопросу, даёт возможность применить аналитику к полученным результатам, это делает её ценным инструментом для изучения воздействия климата на сельское хозяйство.

По прогнозу SSP3-7.0 методом максимальной энтропии (MaxEnt), в Самарской области территория для выращивания основных зерновых культур существенно сократится, к 2050 г. площадь земель с вероятностью присутствия меньше 0,5 будет составлять 36 % территории области (рис. 3). Хотя данный прогноз является верхним пределом изменения климатических показателей, его следует учитывать как возможный.

Очевидно, что исследования в данном направлении необходимо продолжить, чтобы уточнить полученные результаты, поскольку они ведут к значительным материальным затратам. Кроме того, требуется ответить на вопрос – какие именно культуры должны заменить ячмень, пшеницу и кукурузу?

Библиографический список

1. Биоклиматический и бонитировочный подходы в оценке земель сельскохозяйственного назначения на региональном уровне (на примере Самарской области) // URL: <https://qje.su/wp-content/uploads/2023/08/Samohvalova-E.pdf> (дата обращения: 18.06.2024).
2. ВМО: показатели изменения климата достигли рекордных уровней в 2023 году // URL: <https://wmo.int/ru/news/media-centre/vmo-pokazateli-izmeneniya-klimata-dostigli-rekordnykh-urovney-v-2023-godu> (дата обращения: 06.03.2024).
3. Воронин В.В., Гавриленкова В.А. География Самарской области. Самара: ГОУ СИПКРО, 2008. 266 с.
4. Геопортал Самарской области URL: https://geoportal.samregion.ru/layers/APK_1_205/ (дата обращения: 02.02.2024).
5. Горянин О.И. Климат и его влияние на продуктивность полевых культур в Среднем Заволжье. Самара: 2018. 28 с.
6. Горянин О.И., Шевченко С.Н., Корчагин В.А. Влияние изменения климата на возделывание сельскохозяйственных культур в Среднем Заволжье // Метеорология и гидрология. 2018. №6. С. 106–110.
7. Дабахова Е.В. Методические подходы к оценке земель при определении их пригодности под различные виды сельскохозяйственных угодий // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. №2 (10). С. 4–12.
8. Климат и погода Самары и Самарской области URL: <https://www.meteonova.ru/klimat/63/Samarskaya%20Oblast/> (дата обращения: 06.02.2024).
9. КонсультантПлюс URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/6f2cb9b003973c532cb954a99e9f28e4a08d6eca/ (дата обращения: 06.02.2024).
10. Корчагин В.А., Малышев В.Ф., Чуданов И.А. Система земледелия Куйбышевской области на 1986-1990 гг. Куйбышев: 1987. 185 с.

*Картография и геоинформатика
Добрякова В.А., Широкова Л.М.*

11. МГЭИК, 2021: Резюме для политиков. В: Изменение климата, 2021 год: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата // URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Russian.pdf (дата обращения: 16.09.2024).
12. Метеорологическая служба «meteoblue» URL: https://www.meteoblue.com/ru/climate-change/Самарская_область_Россия_499068 (дата обращения: 20.02.2024).
13. MOOCbyEsri // URL: <https://www.esri.com/training/catalog/645d6a07eb82fb767bb0c012/gis-for-climate-action/> (дата обращения: 12.09.2023).
14. *Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Мирсаева, Н.А., Николаев А.А.* Изменения климата на территории республики Татарстан // Географический вестник=Geographical Bulletin. 2024 №1(68), С. 103–112. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2024-1-103-112>
15. Санданов Д.В. Особенности моделирования распространения видов с использованием метода максимальной энтропии. // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2023. №17(2). С. 130–144. DOI: 10.24412/2072-8816-2023-17-2-130-14
16. Солнцев Л.А., Дубянский В.М. Опыт использования метода максимальной энтропии (MaxEnt) для зонирования территории по риску заражения ГЛПС на примере Нижегородской области // Микробиология. 2017. №5. С. 39–45.
17. Суховеева О.Э. Анализ влияния агроклиматических факторов на урожайность озимой ржи // Метеорология и гидрология. 2014. №1. С. 74–82.
18. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Самарской области URL: <https://63.rosstat.gov.ru/sxpmisto> (дата обращения: 20.02.2024).
19. Шерстюков Б.Г. Изменения, изменчивость и колебания климата. Обнинск: ФГБУ ВНИИГМИ, 2011. 293 с.
20. Шитиков В.К., Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В. Модели максимальной энтропии и пространственное распределение видов донных сообществ на территории Среднего и Нижнего Поволжья // Российский журнал прикладной экологии. 2021. №2. С. 10–16.
21. ArcGIS Living Atlas URL: <https://livingatlas.arcgis.com/en/browse/#d=2> (дата обращения: 02.02.2024).
22. Fick S.E., Hijmans R.J. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. // International Journal of Climatology. 2017. No. 37 (12) P. 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
23. Fitzgibbon A., Pisut D., Fleisher D. Evaluation of Maximum Entropy (Maxent) Machine Learning Model to Assess Relationships between Climate and Corn Suitability // Land. 2022. Vol. 11, No. 9. <https://doi.org/10.3390/land11091382>
24. Global Food-and-Water Security-support Analysis Data (GFSAD) // URL: <https://www.usgs.gov/centers/western-geographic-science-center/science/global-food-and-water-security-support-analysis> (дата обращения: 12.04.2024).
25. Kogo B.K., Kumar L., Koech R., Kariyawasam C.S. Modelling Climate Suitability for Rainfed Maize Cultivation in Kenya Using a Maximum Entropy (MaxENT) // Agronomy. 2019. Vol. 9, No. 11. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110727>
26. Merow C., Silander A. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter // Ecography 36. 2013. No 5. P. 1058–1069. doi: 10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x
27. Mobley W., Sebastian A., Highfield W., Brody S.D. Estimating flood extent during Hurricane Harvey using maximum entropy to build a hazard distribution model // Journal of Flood Risk Management. 2019. Vol. 12. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12549>
28. Thenkabail P.S., Teluguntla P.G., Xiong J., Oliphant A., Congalton R.G., Ozdogan M., Gumma M.K., Tilton J.C., Giri C., Milesi C., Phalke A., Massey R., Yadav K., Sankey T., Zhong Y., Aneece I., Foley D. Global Cropland-Extent Product at 30-m Resolution (GCEP30) Derived from Landsat Satellite Time-Series Data for the Year 2015 Using Multiple Machine-Learning Algorithms on Google Earth Engine Cloud: U.S. Geological Survey // Professional Paper 1868. 2021. 63 p. <https://doi.org/10.3133/pp1868>.
29. Yu X., Tao X., Liao J., Liu S., Xu L., Yuan S., Zhang Z., Wang F., Deng N., Huang J. et al. Predicting potential cultivation region and paddy area for ratoon rice production in China using Maxent model // Field Crops Research. 2021. Vol. 275. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108372>
30. Zhaojun Du, Zhiqiang Wang, Yunxia Liu, Hao Wang, Fuzhong Xue, Yanxun Liu Ecological niche modeling for predicting the potential risk areas of severe fever with thrombocytopenia syndrome // International Journal of Infectious Diseases. 2014. Vol. 26. P. 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2014.04.006>

References

1. Bioclimatic and appraisal approaches to assessing agricultural land at the regional level (using the Samara region as an example) // URL: <https://qje.su/wp-content/uploads/2023/08/Samohvalova-E.pdf> (accessed: 18.06.2024) (In Russian)
2. WMO: Climate change indicators reach record levels in 2023 // URL: <https://wmo.int/ru/news/media-centre/vmo-pokazateli-izmeneniya-klimata-dostigli-rekordnykh-urovney-v-2023-godu> (date of access: 06.03.2024)
3. Voronin V.V., Gavrilenkova V.A. Geography of the Samara Region. Samara: State Educational Institution “Samara Institute of Preservation of Culture and Sport”, 2008. 266 p. (In Russian)
4. Geoportal of the Samara Region URL: https://geoportal.samregion.ru/layers/APK_1_205/ (date of access: 02.02.2024)
5. Goryain O.I. Climate and its influence on the productivity of field crops in the Middle Volga region. Samara: 2018. 28 p. (In Russian)
6. Goryain O.I., Shevchenko S.N., Korchagin V.A. The Impact of Climate Change on the Cultivation of Agricultural Crops in the Middle Volga Region // Meteorology and Hydrology. 2018. No. 6. P. 106–110. (In Russian)
7. Dabaxova E. V. Methodological approaches to land assessment when determining their suitability for various types of agricultural land // Bulletin of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. 2016. No. 2 (10). P. 4–12. (In Russian)

*Картография и геоинформатика
Добрякова В.А., Широкова Л.М.*

8. Climate and weather of Samara and Samara region URL: <https://www.meteonova.ru/klimat/63/Samarskaya%20Oblast/> (date of access: 06.02.2024)
9. Consultant Plus URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/6f2cb9b003973c532cb954a99e9f28e4a08d6eca/ (date of access: 06.02.2024)
10. Korchagin V.A., Maly'shev V.F., Chudanov I.A. Farming system of the Kuibyshev region for 1986-1990. Kuibyshev: 1987. 185 p. (In Russian)
11. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change // URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Russian.pdf (date accessed: 16.09.2024)
12. Meteorological service "meteoblue" URL: https://www.meteoblue.com/ru/climate-change/Samara Oblast_Russia_499068 (date of access: 20.02.2024).
13. MOOCbyEsri // URL: <https://www.esri.com/training/catalog/645d6a07eb82fb767bb0c012/gis-for-climate-action/> (date of access: 09.12.2023).
14. Perevedencev Yu.P., SHantalinskij K.M., Mirsaeva, N.A., Nikolaev A.A. Climate changes in the Republic of Tatarstan. // Geographical Bulletin=Geographical Bulletin. 2024. No. 1(68), P. 103–112. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2024-1-103-112>
15. Sandanov D.V. Features of modeling the distribution of species using the maximum entropy method. // Phytodiversity of Eastern Europe. 2023. No. 17 (2). P. 130–144. DOI: 10.24412/2072-8816-2023-17-2-130-14 (In Russian)
16. Solncev L.A., Dubyanskiy V.M. Experience of using the maximum entropy method (Max Ent) for zoning the territory according to the risk of HFRS infection using the example of the Nizhny Novgorod region // Microbiology. 2017. No. 5. P. 39–45. (In Russian)
17. Suxoveeva O.E. Analysis of the influence of agroclimatic factors on the yield of winter rye // Meteorology and Hydrology. 2014. No. 1. P. 74–82. (In Russian)
18. Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Samara Region URL: <https://63.rosstat.gov.ru/sxmicro> (date of access: 20.02.2024).
19. Sherstyukov B.G. Changes, variability and fluctuations of climate. Obninsk: FGBU VNIIGMI, 2011. 293 p. (In Russian)
20. Shitikov V.K., Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V. Models of maximum entropy and spatial distribution of species of bottom communities in the Middle and Lower Volga region // Russian Journal of Applied Ecology. 2021. No. 2. P. 10–16. (In Russian)
21. ArcGIS Living Atlas URL: <https://livingatlas.arcgis.com/en/browse/#d=2> (accessed: 02.02.2024).
22. Fick S.E., Hijmans R.J. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. // International Journal of Climatology. 2017. No. 37 (12). P. 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
23. Fitzgibbon A., Pisut D., Fleisher D. Evaluation of Maximum Entropy (Maxent) Machine Learning Model to Assess Relationships between Climate and Corn Suitability // Land. 2022. Vol. 11, No. 9. <https://doi.org/10.3390/land11091382>
24. Global Food-and-Water Security-support Analysis Data (GFSAD) // URL: <https://www.usgs.gov/centers/western-geographic-science-center/science/global-food-and-water-security-support-analysis> (date of access: 04.12.2024).
25. Kogo B.K., Kumar L., Koech R., Kariyawasam C.S. Modeling Climate Suitability for Rainfed Maize Cultivation in Kenya Using a Maximum Entropy (MaxENT) // Agronomy. 2019. Vol. 9, No. 11. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110727>
26. Merow C., Silander A. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter // Ecography. 2013. No. 5. P. 1058–1069. doi: 10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x
27. Mobley W., Sebastian A., Highfield W., Brody SD. Estimating flood extent during Hurricane Harvey using maximum entropy to build a hazard distribution model // Journal of Flood Risk Management. 2019. Vol. 12. <https://doi.org/10.1111/jfr.12549>
28. Thenkabail P.S., Teluguntla P.G., Xiong J., Oliphant A., Congalton R.G., Ozdogan M., Gumma M.K., Tilton J.C., Giri C., Milesi C., Phalke A., Massey R., Yadav K., Sankey T., Zhong Y., Aneece I., Foley D. Global Cropland-Extent Product at 30-m Resolution (GCEP30) Derived from Landsat Satellite Time-Series Data for the Year 2015 Using Multiple Machine-Learning Algorithms on Google Earth Engine Cloud: U.S. Geological Survey // Professional Paper 1868. 2021. 63 p. <https://doi.org/10.3133/pp1868>.
29. Yu X., Tao X., Liao J., Liu S., Xu L., Yuan S., Zhang Z., Wang F., Deng N., Huang J. et al. Predicting potential cultivation region and paddy area for ratoon rice production in China using Maxent model // Field Crops Research. 2021. Vol. 275. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108372>
30. Zhaojun Du, Zhiqiang Wang, Yunxia Liu, Hao Wang, Fuzhong Xue, Yanxun Liu. Ecological niche modeling for predicting the potential risk areas of severe fever with thrombocytopenia syndrome // International Journal of Infectious Diseases. 2014. Vol. 26. P. 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2014.04.006>

Статья поступила в редакцию: 17.10.24, одобрена после рецензирования: 17.05.25, принятая к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 17 October 2024; approved after review: 17 May 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Картография и геоинформатика
Добрякова В.А., Широкова Л.М.

Информация об авторах

Валентина Аркадьевна Добрякова

кандидат географических наук,
профессор кафедры картографии
и геоинформационных систем,

Тюменский государственный университет;
625003, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, д.6

Information about the authors

Valentina A. Dobryakova

Candidate of Geographical Sciences,
Professor, Department of Cartography and Geographic
Information Systems,
Tyumen State University;

6, Volodarskogo st., Tyumen, 625003, Russia

e-mail: v.a.dobryakova@utmn.ru

Любовь Михайловна Широкова

студент,
Тюменский государственный университет;
625003, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, д.6

Lyubov M. Shirokova

Bachelor's Student,
Tyumen State University;
6, Volodarskogo st., Tyumen, 625003, Russia

e-mail: shtampvp@mail.ru

Вклад авторов

Добрякова В.А. – постановка задачи, проверка работы, редактирование текста.

Широкова Л.М. – сбор, обработка и организация данных, создание карт, подготовка текста.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Valentina A. Dobryakova – problem statement; checking of the work; editing of the text.

Lyubov M. Shirokova – data collection, processing, and arrangement; creation of the maps; writing of the text.

The authors declare no conflict of interest.

*Научное издание***Географический вестник**
Geographical Bulletin

Выпуск №3(74)/2025

Редактор *A. С. Серебренников*
Корректор *C. A. Вороненко*
Компьютерная верстка *M. K. Пехтерева*

Подписано в печать 26.09.2025. Выход в свет 30.09.2025.
Формат 60×84/8. Усл. печ. л. 23,25. Тираж 500 экз. Заказ № 105

Пермский государственный национальный исследовательский университет
Управление издательской деятельности
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15. Тел. (342) 239-66-36

Отпечатано в типографии ПГНИУ
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15. Тел. (342) 239-65-47

Подписка на журнал осуществляется через сайт подписного агентства «Урал-пресс»
https://www.ural-press.ru/catalog/97266/8651105/?phrase_id=396141. Подписной индекс 41001

Распространяется бесплатно и по подписке