



БелГУ
Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет

ISSN 2712-7443 (online)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ

REGIONAL GEOSYSTEMS

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2024. Том 48, № 2

16+

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ

2024. Том 48, № 2

До 2020 г. журнал издавался под названием «Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки».

Основан в 1995 г.

Журнал включен в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (25.00.00 – науки о Земле). Журнал зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

Издатель: НИУ «БелГУ», Издательский дом «БелГУ».

Адрес редакции, издателя: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Главный редактор

Лисецкий Ф.Н., доктор географических наук, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра института наук о Земле (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Ведущий редактор

Голеусов П.В., доктор географических наук, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра института наук о Земле (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Ответственный секретарь

Зеленская Е.Я., кандидат географических наук, инженер Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов НИУ «БелГУ», (Белгород, Россия)

Члены редколлегии:

Витченко А.Н., доктор географических наук, профессор Белорусского государственного университета (Минск, Республика Беларусь)

Геннадиев А.Н., доктор географических наук, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Тишков А.А., чл.-корр. РАН, доктор географических наук, профессор Института географии РАН (Москва, Россия)

Ермолаев О.П., доктор географических наук, профессор Казанского федерального университета (Казань, Россия)
(по согласованию)

Куролан С.А., доктор географических наук, профессор Воронежского государственного университета (Воронеж, Россия)

Луто Э.Р., доктор, профессор Университета Миссури (Колумбия, США)

Недялков М.И., чл.-корр. Академии Наук Молдовы, доктор географических наук, профессор Института экологии и географии Академии Наук Молдовы (Кишинев, Республика Молдова)

Хаустов В.В., доктор геолого-минералогических наук, профессор Юго-Западного государственного университета (Курск, Россия)

Хуббарт Дж. А., доктор, профессор Университета Западной Вирджинии (Моргантаун, США)

Чантурия Е.Л., доктор технических наук, профессор НИТУ «МИСиС» (Москва, Россия)

Чендев Ю.Г., доктор географических наук, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра института наук о Земле НИУ «БелГУ» (Белгород, Россия)

ISSN 2712-7443 (online)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС 77-77841 от 31.01.2020. Выходит 4 раза в год.

Выпускающий редактор Ю.В. Мишенина. Корректурa, компьютерная верстка и оригинал-макет Н.А. Вус. E-mail: goleusov@bsu.edu.ru. Гарнитуры Times New Roman, Arial, Impact. Уч.-изд. л. 16.6. Дата выхода 30.06.2024. Оригинал-макет подготовлен отделом объединенной редакции научных журналов НИУ «БелГУ». Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

СОДЕРЖАНИЕ

- 135 **Сёмин П.О.**
Релокация юридических компаний в России в 2016–2023 гг.
- 149 **Агакишиева Г.Р., Оруджова П.А., Хансейидова Л.С.**
Возможности развития туризма в Гедабекском и Товузском районах Газах-Товузского экономического района
- 162 **Разенков П.И., Корнилов А.Г.**
Обеспеченность общественным транспортом Белгородской агломерации как фактор устойчивого развития
- 174 **Гаврик А.В.**
Рекреационно-геоморфологическое районирование Ленинградской области
- 185 **Ушаков Е.А.**
Социально-экономическое развитие поселений Камчатского края: современный уровень и потенциал
- 198 **Рагулина О.П.**
Мониторинг несанкционированных карьеров Белгородской области и анализ правонарушений в сфере недропользования
- 210 **Гусев А.П., Флерко Т.Г.**
Пространственная и сезонная изменчивость содержаний NO₂, SO₂ и CO над территорией Беларуси
- 221 **Пантелеев Д.А., Базарский О.В., Кочетова Ж.Ю., Анциферова Г.А., Ларионов А.Н.**
Анализ экологической безопасности военных полигонов по факторам рельефа и геохимического загрязнения почв
- 236 **Буковский М.Е., Кузьмин К.А.**
Морфометрический анализ рельефа северо-западной части Тамбовской области
- 254 **Скурихин А.А., Тесленок С.А., Обрядин А.А.**
Актуальность тематики геоэкологической оценки лесных территорий (обзор степени изученности и разработанности)
- ДИСКУССИЯ*
- 271 **Гладкий Ю.Н.**
Роль пространства в трансформационной модели российской экономики

REGIONAL GEOSYSTEMS

2024. Volume 48, No. 2

Until 2020, the journal was published with the name "Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences".

Founded in 1995

The journal is included into the List of Higher Attestation Commission of peer-reviewed scientific publications where the main scientific results of dissertations for obtaining scientific degrees of a candidate and doctor of science should be published (25.00.00 – Earth sciences). The journal is introduced in Russian Science Citation Index (PML).

Founder: Federal state autonomous educational establishment of higher education «Belgorod National Research University».

Publisher: Belgorod National Research University «BelSU» Publishing House.

Address of editorial office, publisher: 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia.

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Chief Editor

Fedor N. Lisetskii, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belgorod National Research University, Belgorod, Russia)

Issuing Editor

Pavel V. Goleusov, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belgorod National Research University, Belgorod, Russia)

Responsible Secretary

Evgeniya Ya. Zelenskaya, Candidate of Geographical Sciences (Belgorod National Research University, Belgorod, Russia)

Members of Editorial Board:

Aleksandr N. Vitshchenko, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus)

Aleksandr N. Gennadiyev, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia)

Arkadiy A. Tishkov, Member corr. RAS, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Institute of Geography RAS, Moscow, Russia)

Oleg P. Ermolaev, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Kazan Federal University, Kazan, Russia)

Semyon A. Kurolap, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Voronezh State University, Voronezh, Russia)

Anthony R. Lupo, Doctor, Professor (University of Missouri-Columbia, Columbia, USA)

Maria I. Nedeadcov, Member corr. Academy of Sciences of Moldova, Doctor, professor, (Institute of Ecology and Geography ASM, Chişinău Municipality, Republica of Moldova)

Vladimir V. Khaustov, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor (Southwestern State University, Kursk, Russia)

Jason A. Hubbart, Doctor (Ph. D), Professor (West Virginia University, Morgantown, USA)

Elena L. Chanturia, Doctor of Technical Sciences, Professor (NUST "MISiS", Moscow, Russia)

Yuriy G. Chendev, Doctor of Geographical Sciences, Professor (BSU, Belgorod, Russia)

ISSN 2712-7443 (online)

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor). Mass media registration certificate ЭЛ № ФС 77-77841 dd 31.01.2020. Publication frequency: 4/year

Commissioning Editor Yu.V. Mishenina. Pag Proofreading, computer imposition, page layout by N.A. Vus. E-mail: goleusov@bsu.edu.ru. Typefaces Times New Roman, Arial, Impact. Publisher's signature 16,6. Date of publishing 30.06.2024. The layout was prepared by the Department of the joint editorial Board of scientific journals of NRU "BelSU". Address: 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

CONTENTS

- 135 **Syomin P.O.**
Relocation of Russian Legal Companies in 2016–2023
- 149 **Agakishiyeva G.R., Orujova P.A., Xanseyidova L.S.**
Tourism Development Opportunities in the Gadabay and Tovuz Regions of Gazakh-Tovuz Economic Region
- 162 **Razenkov P.I., Kornilov A.G.**
Provision of Public Transport Belgorod Agglomeration as the Factor of Sustainable Development
- 174 **Gavrik A.V.**
Recreational-Geomorphological Zoning of Leningrad Region
- 185 **Ushakov E.A.**
Socio-Economic Development of Settlements in the Kamchatka Territory: Current Level and Potential
- 198 **Ragulina O.P.**
Monitoring of Unauthorized Quarries and Analysis of Subsoil Use Violations in the Belgorod Region
- 210 **Gusev A.P., Flerko T.G.**
Spatial and Seasonal Variability of NO₂, SO₂ and CO Contents over the Territory of Belarus
- 221 **Panteleev D.A., Bazarsky O.V., Kochetova Zh.Yu., Antsiferova G.A., Larionov A.N.**
Analysis of the Environmental Safety of Military Landfills by Factors of Relief and Geochemical Soil Pollution
- 236 **Bukovskiy M.E., Kuzmin K.A.**
Morphometric Analysis of the Relief of the North-Western Part of Tambov Region
- 254 **Skurihin A.A., Teslenok S.A., Obryadin A.A.**
Relevance of Geoecological Assessment of Forest Areas (Review of Study and Development)
- DISCUSSION*
- 271 **Gladkiy Yu.N.**
The Role of Space in the Transformational Model of the Russian Economy



УДК 911.3
DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-135-148

Релокация юридических компаний в России в 2016–2023 гг.

Сёмин П.О.

Пермский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15
E-mail: ntsp@ya.ru

Аннотация. В статье представлены результаты анализа релокации юридических фирм в России в 2016–2023 гг. Релокация (миграция) компании понимается как изменение адреса регистрации. Исследование основано на открытых данных Федеральной налоговой службы (ФНС России), преобразованных в панельный геопривязанный табличный набор данных. Методы анализа – описательная статистика, статистический тест Фишера, картографирование, визуализация данных. Показано, что релокация юридических фирм в России – редкое явление. Как правило, компании перемещаются на небольшое расстояние (10–50 км). Две трети организаций мигрируют в пределах субъекта федерации. Малые предприятия меняют адрес статистически значимо чаще, чем микропредприятия. Пространственная картина релокаций разнообразная и не характеризуется чёткими тенденциями. Москва лидирует по оттоку фирм, а Московская область – по их притоку. Центростремительная и центробежные тенденции примерно уравнивают друг друга по числу перемещающихся фирм и работников, но по движению доходов преобладает центростремительная.

Ключевые слова: релокация компаний, миграция компаний, малое и среднее предпринимательство, юридические компании, юридические услуги, география услуг, анализ данных, открытые данные, ФНС России

Для цитирования: Сёмин П.О. 2024. Релокация юридических компаний в России в 2016–2023 гг. Региональные геосистемы, 48(2): 135–148. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-135-148

Relocation of Russian Legal Companies in 2016–2023

Pavel O. Syomin

Perm State University
15 Bukireva St, Perm 614068, Russia
E-mail: ntsp@ya.ru

Abstract. The paper features the results of analysis of relocation of Russian legal companies in 2016–23. Relocation, or migration, here is defined as a change in legal address of a company. The research is based on open data published by Federal Tax Service of Russia that has been processed to make a panel geo-referenced tabular dataset. Descriptive statistics, exact Fisher’s test, data visualization, and mapping are used as methods. It is found that relocation of legal companies is relatively a rare phenomenon. Typically, businesses move to a short distance (10–50 km), and two thirds of all the migrations are intra-regional, i.e. within the constituent entity of Russia. Small companies are more likely to relocate compared to microbusinesses. The spatial patterns and migration flows are diverse and have few remarkable tendencies. Moscow city has the top decline in the number of legal companies, while Moscow region (oblast) has gained the largest number of businesses. The flows from or to the center are almost equal if measured by the number of companies or employees. However, if estimated by the total revenue, the migration from the periphery to the center dominates.

Keywords: companies migration, relocation, small and medium-sized businesses, legal companies, legal service, service geography, data analysis, open data, FTS of Russia



For citation: Syomin P.O. 2024. Relocation of Russian Legal Companies in 2016–2023. *Regional geosystems*, 48(2): 135–148 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-135-148

Введение

Миграция, или релокация, компаний (бизнесов) – важное экономико-географическое явление, играющее большую роль в экономическом развитии стран, регионов, территорий. Оно связано с мобильностью и стоимостью труда и капитала, инвестиционной привлекательностью, международной конкуренцией и торговлей, агломерационными эффектами, глобализацией, экономическим ростом, налоговой оптимизацией. Исследование миграции компаний восходит к середине XX века: одной из первых научных работ на эту тему считается книга *Why Industry Moves South* [McLaughlin, Robock, 1949]. В ней описывается перемещение промышленных производств с севера на юг США, вызванное особенностями рынка труда: меньшими зарплатами и меньшей активностью профсоюзов на юге.

Релокация фирм – это сложный процесс принятия решений [Carrincazeaux, Coris, 2015], и география является только одним из его аспектов. На протяжении десятилетий учёные изучают такие вопросы, как факторы (причины) миграции, пути и направления переезда, способы и виды релокации, её последствия на макроэкономическом (например, для налогообложения) и микроэкономическом (в частности, для доходов предприятия) уровне. Так, отмечается, что на миграцию влияют налоги и меры поддержки [Wu et al., 2007; Pan et al., 2020], размер компании, издержки на производство и уровень агломерации [Rasel et al., 2019], а результатом перемещения часто оказывается рост продаж и числа работников у фирмы [Nakosteen, Zimmer, 1987]. Компании обычно мигрируют на небольшое расстояние и предпочитают урбанизированные районы [Rossi, Dej, 2019; Sybulska, Dziemianowicz, 2020], причём похожие на прежнее место нахождения во многих аспектах [Rupasingha, Marré, 2018]. Заметную роль играют венчурные кластеры, которые «притягивают» фирмы своим финансированием [Plant, 2007], и миграция основателей стартапов [Kutsenko et al., 2022]. Отдельные исследования посвящены гуманитарно-философским аспектам проблемы, таким как дискурс о релокации [Piotti, 2007]. Существенный пласт научных работ посвящён налоговым причинам и последствиям релокации [Burwitz, 2006; Chand, 2013; Kubicova, 2016]. Миграция бизнеса может рассматриваться не только с академической точки зрения, но и как прикладная задача [Shortland, 1987].

Исследований, посвящённых миграции компаний в России, немного. Они касаются в основном налоговых вопросов: фиктивной миграции, её влияния на собираемость налогов и налоговую задолженность, мер борьбы с ней [Адигамова, 2011; Щербакова, Домнина, 2016], использования миграции в особые экономические зоны в качестве инструмента налоговой оптимизации [Синенко, 2021]. В таких работах косвенно затрагиваются странственные аспекты (например, называются регионы, в которые перемещается большое количество фирм), но основной целью исследования они не являются. Географический анализ миграции компаний в России позволит дать ответы на довольно простые, но важные, базовые вопросы об этом явлении: сколько фирм перемещается, как часто и в какое время это происходит, в каком направлении, на какое расстояние, как сочетается с популярными представлениями о центростремительных тенденциях. Именно этому посвящена данная статья.

Вместо того чтобы рассматривать все компании в России, данное исследование фокусируется только на отдельной категории фирм – юридических. Такой выбор отчасти субъективен и объясняется личными академическими интересами автора. Тем не менее, у него есть и объективные причины. Во-первых, само понятие миграции фирм в

большей степени адаптировано к небольшим организациям, расположенным в одном месте [Plant, 2007], и юридические фирмы, как правило, именно такие. Во-вторых, сфера юридических услуг сравнительно слабо связана с набором «традиционных» географических факторов размещения, «привязывающих» фирмы к их первоначальному местонахождению, таких как минеральные, почвенные, лесные, климатические, энергетические ресурсы, и это повышает шанс найти закономерности, отличающиеся от классических. В-третьих, юридические услуги часто рассматриваются как одна из разновидностей *producer services* [Hansen, 1993], которые положительно влияют на региональное развитие [Hansen, 1990] или выступают как лимитирующий фактор [Hitchens, 1997], из-за чего без надлежащего юридического обслуживания экономическое развитие, особенно малых фирм, замедляется. В-четвёртых, выбор одной конкретной группы компаний упрощает анализ, поскольку уменьшает количество исходных данных, которых довольно много.

Объекты и методы исследования

Данные. Для анализа использовался дезагрегированный геопривязанный набор данных о субъектах малого и среднего предпринимательства (МСП) в России, ведущих деятельность в области права (код основного вида деятельности по ОКВЭД 69.10). Он был подготовлен на базе выгрузок из реестра МСП, размещённых на сайте Федеральной налоговой службы в формате открытых данных [Единый реестр ..., 2024], а также данных о доходах и расходах [Сведения о суммах ..., 2024] и среднесписочной численности работников организаций [Сведения о среднесписочной ..., 2024]. Объём исходных выгрузок составляет около 200 Гб в сжатом виде и более 2 Тб в несжатом, поэтому для их обработки автор самостоятельно разработал консольное приложение *ru-smb-companies* [Russian small ..., 2024] на языке программирования Python, которое формирует на базе открытых данных компактную таблицу с фирмами, имеющими необходимый код ОКВЭД. Набор данных охватывает период с августа 2016 по ноябрь 2023 года. Он содержит сведения о 72661 организации. Таблица имеет, в частности, такие поля (колонки): наименование компании, её категория (малое, среднее или микрпредприятие), ИНН, регион, административный район, населённый пункт регистрации, его географические координаты, доходы, расходы и число работников организации за каждый год начиная с 2019.

Набор данных не является выборочным, но очевидно, что он включает информацию не обо всех российских юридических фирмах. Так, в него не попали те организации, которые не относятся к субъектам МСП из-за превышения нормативного ограничения по доходам или числу работников. Кроме того, в нём не значатся адвокатские образования, которые не считаются коммерческими организациями и поэтому тоже не вносятся в реестр МСП. Несмотря на эти ограничения, набор данных является наиболее полным из общедоступных и с высокой вероятностью географически репрезентативен. Согласно анализу рынка юридических услуг, проведённому в 2016 году специалистами Института проблем правоприменения [Моисеева, Скугаревский, 2016], в России на конец июля 2016 года действовало 47 тысяч коммерческих юридических фирм, а подсчёты на базе набора данных, используемого в текущем исследовании, дают оценку их количества в 34000 на 10 августа 2016 года. Иначе говоря, в наборе данных есть сведения о примерно трёх четвертях всех необходимых организаций. Более полный список можно было бы получить, например, имея доступ к Единому государственному реестру юридических лиц (ЕГРЮЛ), но, в отличие от реестра МСП, он в полном виде не публикуется.

Методы. Миграция компании в данном исследовании понимается как изменение адреса регистрации юридического лица. Похожее определение принято, например, в работах Н.В. Щербаковой и А.А. Доминой [2016], а также Р. Планта [Plant, 2007]. Оно не поз-



воляет отследить все способы изменения местонахождения компании: «за кадром» остаются варианты реорганизации или слияния, при которых та же по сути, но другая по регистрационному номеру фирма меняет местонахождение и которые также актуальны для России [Адигамова, 2011; Щербакова, Домнина, 2016]. Кроме того, оно отождествляет номинальное и фактическое перемещение, хотя при изменении юридического адреса фактическое место ведения бизнеса может остаться прежним. Тем не менее, оно наилучшим образом подходит к используемому набору данных, который содержит историю адресов регистрации организаций, даты их изменения и ИНН юридических лиц: если номер налогоплательщика не поменялся, а адрес стал другим, то можно считать, что компания мигрировала. В пространственном отношении миграция отслеживается с точностью до региона (субъекта федерации) и населённого пункта, а во временном – с точностью до месяца и года.

Анализ проводится с помощью методов описательной статистики, статистических тестов, визуализации данных и картографирования. Он включает в себя 10 вопросов, некоторые из которых взаимосвязаны. Каждому вопросу отводится подраздел в «Результатах и их обсуждении». Для начала рассматривается распределение компаний по количеству миграций (1) и связь между миграцией и размером компании (2). Далее анализируется распределение миграций по расстоянию (3) и по времени (4). Следующий шаг – картографирование распределения регионов (5) по сальдо миграции с учётом данных по населённым пунктам на территории соответствующих регионов. После этого изучается соотношение внутри- и межрегиональной миграции (6). Далее отдельно рассматриваются внутрирегиональная миграция: определяются пути миграции и их количественные характеристики (7) и анализируется сочетание централизации и децентрализации (8). Аналогичные вопросы поднимаются применительно к межрегиональной миграции (9 и 10).

В качестве количественных характеристик используется одна или несколько из следующих трёх: число фирм, их суммарная выручка и суммарная численность работников. Под регионом условно понимается субъект России. Под централизацией в межрегиональном разрезе понимается перемещение в Москву из любого региона, в Московскую область из любого региона, кроме Москвы, в Санкт-Петербург из Ленинградской области. Централизация внутри региона рассматривается как перемещение в административный центр субъекта федерации. Сальдо релокации рассчитывается как разность числа фирм, появившихся на территории, и числа фирм, покинувших территорию, так что положительное сальдо соответствует притоку фирм, а отрицательное – оттоку. За основу картографической схемы взята плиточная (tile-grid [Елацков, 2020]) карта России, автором которой является И. Дианов [2024], в реализации Ю. Тукачева [2024]. С технической точки зрения исследование реализовано с помощью языка программирования R с дополнительными пакетами. Исходный код доступен в репозитории статьи [Syomin, 2024].

Результаты и их обсуждение

Распределение компаний по количеству миграций

Подавляющее большинство (97 %) компаний за 2016–2023 гг. ни разу не мигрировали (табл. 1). Около 2,5 % фирм поменяли местонахождение однократно, а многократные релокации крайне редки. Сопоставить полученные значения с результатами других исследований сложно из-за отсутствия аналогичных работ. В Нидерландах в 1998–2003 гг. ежегодно меняли местонахождение около 5 % компаний, что в пересчёте на несколько лет примерно в 10 раз больше, чем получилось в данном анализе [Pellenbarg, 2005].

Таблица 1
Table 1Распределение юридических компаний по количеству миграций
Distribution of legal companies by the count of migrations

Количество миграций	Количество компаний	%
0	70694	97,293
1	1886	2,596
2	76	0,105
3	4	0,006
4	1	0,001

Связь между миграцией и размером компаний

Вероятность миграции зависит от категории фирмы (табл. 2). Хотя пропорции не слишком очевидны из-за дисбаланса категорий, малые предприятия мигрируют статистически значимо чаще, чем микропредприятия (по результатам точного теста Фишера $p < 0,001$, соотношение шансов 1 к 4). Делать выводы в отношении средних предприятий сложно, поскольку их в наборе данных мало.

Таблица 2
Table 2Распределение юридических компаний по категории и статусу миграции
Distribution of legal companies by category and migration status

Категория фирмы	Всего	Из них мигрировавших
Микропредприятие	143975	1933
Малое предприятие	714	33
Среднее предприятие	40	1

Распределение миграций по расстоянию

Преобладают перемещения на небольшие расстояния (10–50 км), хотя есть вторая заметная группа – миграции на расстояние около 1000 км (рис. 1). Более высокая частота релокаций на небольшое расстояние отмечалась и в других исследованиях [Pellenbarg, 2005; Rossi, Dej, 2019].

Распределение миграций по времени

Закономерности за весь рассмотренный период отсутствуют: интенсивность миграции выглядит случайной (рис. 2). Тем не менее, видно, что компании чаще меняют своё местонахождение летом (рис. 3), а осенью и зимой частота перемещений обычно понижается. Возможно, это связано с тем, что летом спрос на юридические услуги и возможность их оказания уменьшаются из-за отпусков у клиентов и служащих государственных структур, и возникает благоприятное окно времени для переезда.

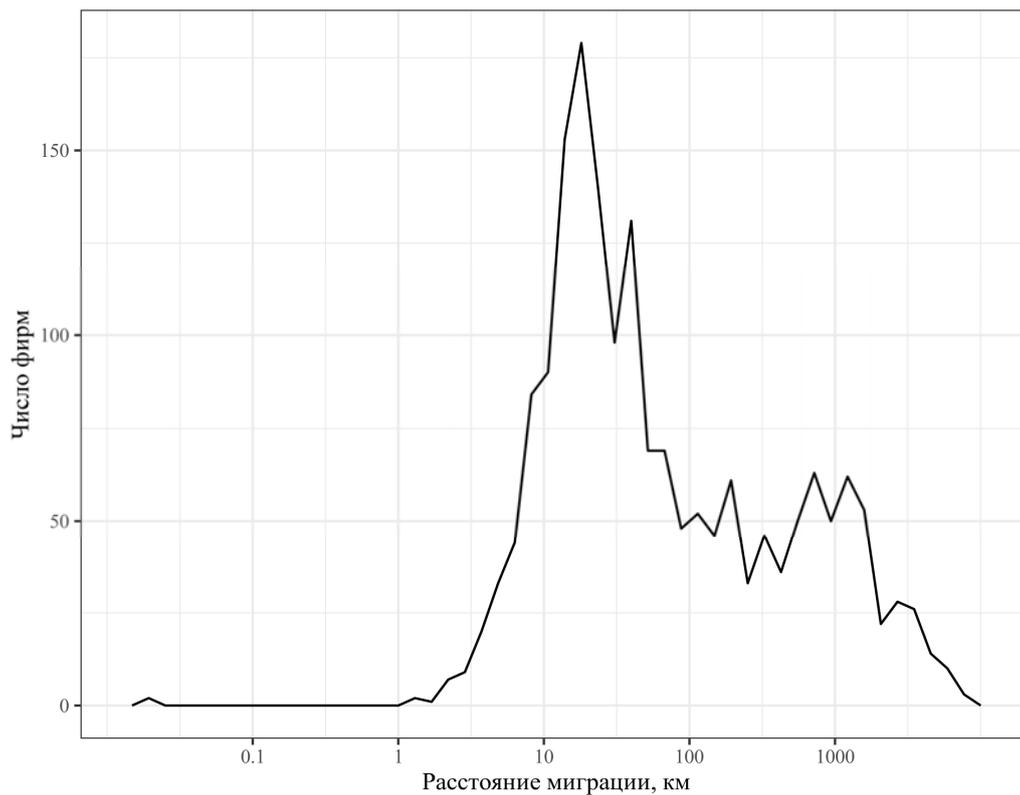


Рис. 1. Распределение расстояния миграций
Fig. 1. Distribution of migration distance

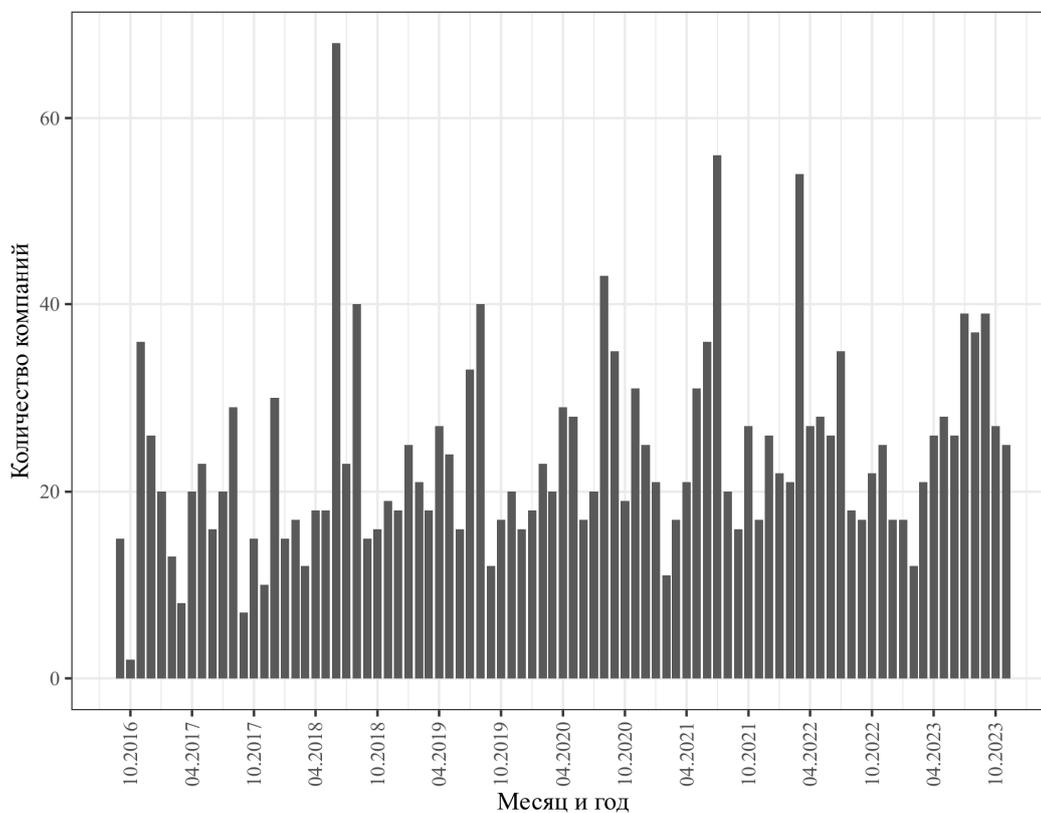


Рис. 2. Количество миграций за каждый месяц с октября 2016 года по октябрь 2023 года
Fig. 2. Migration count for each month from October 2016 to October 2023

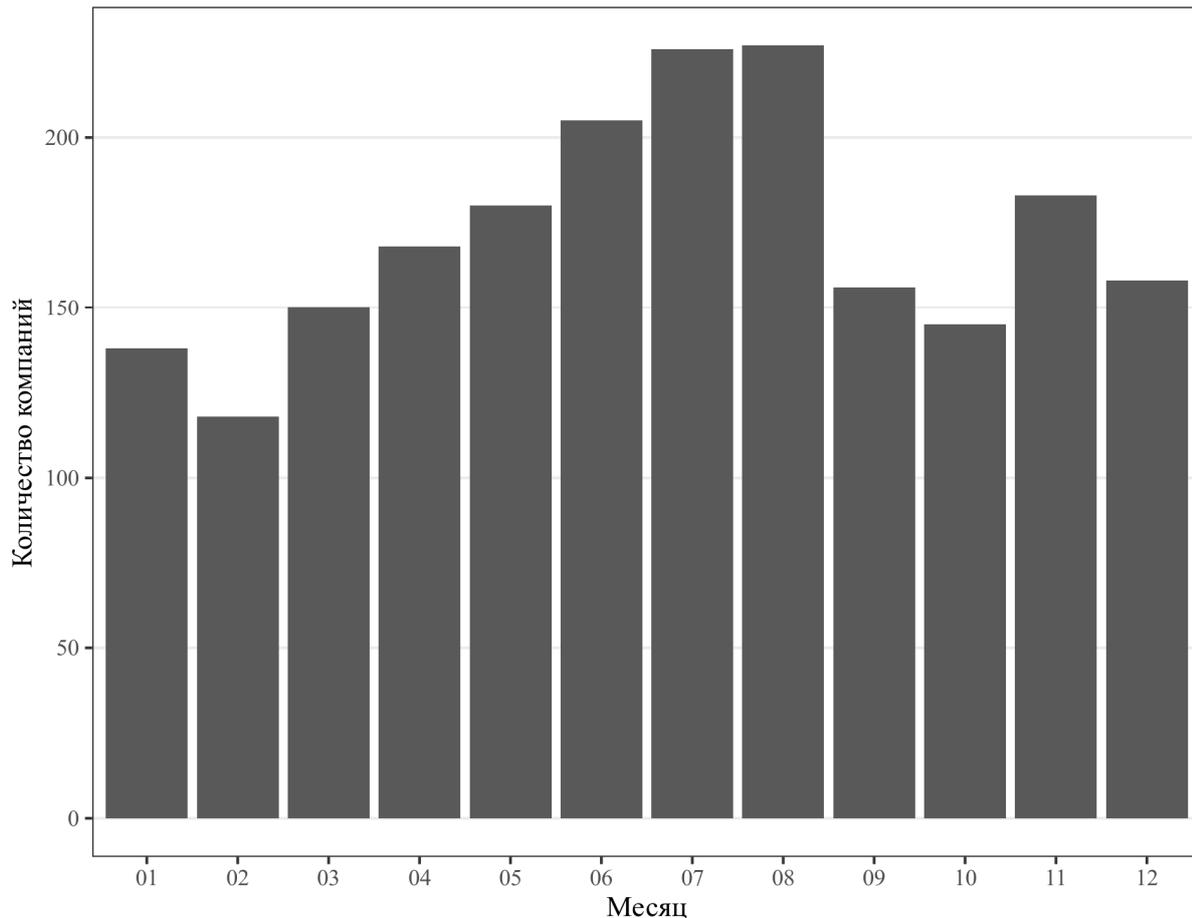


Рис. 3. Количество миграций по месяцам года
Fig. 3. Migration count by month

Распределение регионов по притоку (оттоку) компаний

«Плиточная» (tile-grid) карта России (рис. 4) показывает сводную статистику релокации компаний по регионам и населённым пунктам внутри них. Однозначной тенденции не прослеживается: видно, что часть субъектов федерации теряет юридические фирмы, но другая часть их приобретает, причём количество регионов в двух группах приблизительно равно. Абсолютные значения сальдо релокации невелики (как правило, около нуля, изредка приближаясь к одному–двум десяткам). Из этого правила есть два заметных исключения: в Московскую область переехало больше всего фирм, а сама Москва при этом – абсолютный лидер по оттоку фирм. Это согласуется, в частности, с данными из Польши, где также характерен уход компаний из столицы в прилегающие районы [Cybulska, Dziemianowicz, 2020].

Детализация статистики до населённых пунктов, находящихся внутри субъектов федерации, позволяет понять, что общая тенденция, характерная для региона (приток или отток фирм), как правило, не транслируется на следующий уровень географических объектов: в регионе обычно есть населённые пункты как с положительным, так и с отрицательным сальдо релокации. Это свидетельствует о том, что межрегиональные потоки фирм накладываются на внутрорегиональные, из-за чего некоторые населённые пункты региона, в целом теряющего фирмы, могут, тем не менее, привлекать фирмы из других населённых пунктов этого же или других регионов, и наоборот.

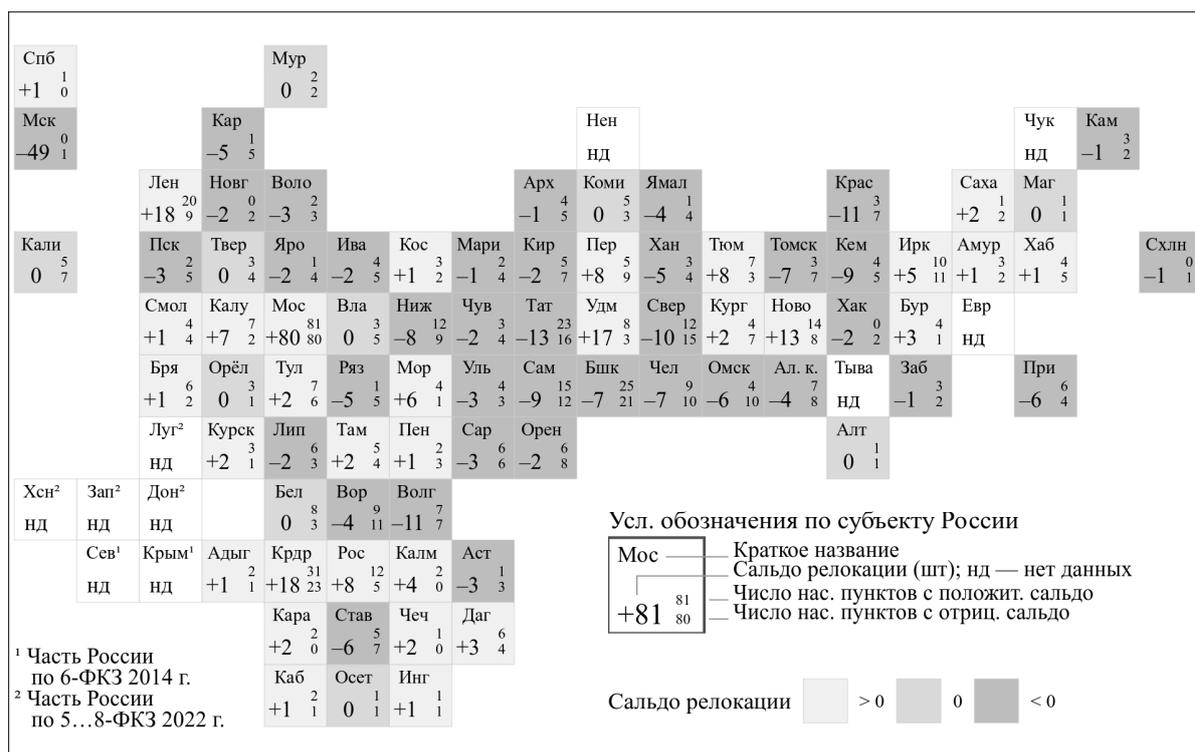


Рис. 4. Региональная (по субъектам России) статистика миграции юридических фирм
Fig. 4. Statistics of legal companies migration by region (subject of Russia)

Соотношение внутрирегиональной и межрегиональной миграции

Между субъектами России перемещается примерно треть фирм, а остальные две трети – внутри (табл. 3). Такая пропорция согласуется с распределением миграций по расстоянию: перемещения внутри региона обычно короткие. В пересчёте на число работников и выручку межрегиональная миграция масштабнее, чем внутрирегиональная. Можно сделать выводы, что компания, поменявшая регион, в среднем «перевозит» с собой больше денег и людей, чем компания, поменявшая населённый пункт внутри региона, и, наоборот, что для смены региона фирма должна обладать более существенными ресурсами, чем для перемещения внутри региона.

Таблица 3
Table 3

Показатели межрегиональной и внутрирегиональной миграции юридических компаний
Metrics of inter- and intra-regional migration of legal companies:
businesses count, total revenue, total number of employees

Тип миграции	Число фирм	Доходы, млн руб.	Число работников
Внутрирегиональная	1267	5099,566	1550
Межрегиональная	787	7961,648	1891

Пути межрегиональной миграции

Лидируют миграции из Москвы и Санкт-Петербурга в прилегающие к ним области (табл. 4). Москва также играет роль в менее крупных миграционных потоках. Важное место столицы в маршрутах релокации фирм согласуется с результатами исследований в Польше [Cybulska, Dziemianowicz, 2020]. Нет чёткой связи между числом переехавших компаний и «перевезённой» выручкой или числом работников. Абсолютные числа переместившихся компаний, как правило, невелики.

Таблица 4
Table 4

Маршруты миграции юридических компаний по субъектам России и их показатели: число фирм, суммарные доходы в миллионах рублей, суммарная численность работников. Показаны первые 10 маршрутов по числу фирм
Routes of legal companies migration by regions and their metrics (businesses count, total revenue, total number of employees). Top 10 routes by businesses count are shown

Путь	Число фирм	Доходы, млн руб.	Число работников
Москва → Московская область	73	–167,140	–13
Санкт-Петербург → Ленинградская область	17	38,692	22
Москва → Удмуртская республика	9	439,221	68
Кемеровская область - Кузбасс → Новосибирская область	7	3,126	4
Красноярский край → Краснодарский край	7	2,144	2
Республика Татарстан → Москва	7	–1,439	0
Челябинская область → Москва	7	91,460	41
Волгоградская область → Москва	5	–10,389	7
Свердловская область → Москва	4	–156,348	–22
Ставропольский край → Москва	4	826,880	3

Сочетание централизации и децентрализации в межрегиональной миграции

Показатели центростремительных, центробежных и прочих миграций характеризуются преимущественно равномерным распределением (табл. 5). По числу работников и компаний преобладает центробежная тенденция, а по доходам – центростремительная. Можно сделать вывод, что в центр мигрируют более экономически успешные компании.

Таблица 5
Table 5

Показатели центростремительных и центробежных межрегиональных миграций юридических компаний: число фирм, суммарные доходы в миллионах рублей, суммарная численность работников

Metrics of legal companies inter-regional migration (businesses count, total revenue, total number of employees) by general direction: from the center to peripheries, from peripheries to the center, other

Тип миграции	Число фирм	Доходы, млн руб.	Число работников
В центр	250	3268,334	587
Из центра	275	1980,067	656
Прочее	262	2713,247	648



Пути внутрирегиональной миграции

Типичных и массовых маршрутов внутри субъектов России нет – вместо этого есть разнообразие перемещений в разных направлениях (табл. 6). Так же как и в случае с межрегиональной миграцией, не видно связи между движением компаний и движением доходов или числа работников.

Таблица 6
Table 6

Маршруты миграции юридических компаний по населённым пунктам и их показатели: число фирм, суммарные доходы в миллионах рублей, суммарная численность работников. Показаны первые и последние 10 маршрутов по числу фирм
Routes of legal companies migration by settlements and their metrics (businesses count, total revenue, total number of employees). Top 10 routes by businesses count are shown

Маршрут	Число фирм	Доходы, млн руб.	Число работников
Железнодорожный → Балашиха	19	-41,658	-40
Климовск → Подольск	7	8,588	4
Ростов-на-Дону → Батайск	6	-2,782	-5
Ольгино → Балашиха	5	-11,519	-6
Екатеринбург → Верхняя Пышма	5	-126,782	-5
Марха → Якутск	5	0,000	2
Чебоксары → Новочебоксарск	5	0,000	-3
Кучино → Балашиха	4	-0,655	-4
Бийск → Барнаул	4	-3,061	-4
Краснодар → Знаменский	4	0,625	-2

Сочетание централизации и децентрализации во внутрирегиональной миграции

Централизация и децентрализация миграций внутри регионов отчасти похожа на ту, что наблюдается в случае с межрегиональной миграцией: распределение по числу фирм близко к равномерному, центростремительная тенденция уступает центробежной по количеству компаний и работников, но превосходит по доходам (табл. 7).

Таблица 7
Table 7

Показатели центростремительных и центробежных внутрирегиональных миграций юридических компаний

Metrics of legal companies intra-regional migration (businesses count, total revenue, total number of employees) by general direction: from the center to peripheries, from peripheries to the center, other

Тип миграции	Число фирм	Доходы, млн руб.	Число работников
В центр	293	1604,1170	308
Из центра	350	581,8850	356
Прочее	347	646,3277	546

Заключение

Миграция юридических фирм в России – сравнительно редкое явление: за 2016–2023 гг. лишь около 3 % организаций поменяли адрес регистрации. Более крупные фирмы (малые предприятия) перемещаются чаще, чем мелкие (микропредприятия). Компании чаще всего мигрируют на небольшое расстояние (10–50 км) внутри региона, но типичны и межрегиональные миграции на относительно большое расстояние (1000 км). За рассмотренные годы не выявлено периодов резкого повышения миграционной активности, но при этом такая активность ежегодно возрастает летом и снижается осенью и зимой.

Миграция юридических фирм в России приблизительно равномерно сочетает центростремительную (к Москве или административным центрам субъектов федерации) и центробежную тенденции. При этом при оценке по доходам центростремительная тенденция доминирует: можно предположить, что более экономически успешные компании стремятся в центр. Москва – лидер по абсолютному оттоку фирм, а Московская область – лидер по их абсолютному притоку, и маршрут «из Москвы в область» является наиболее мощным исходя из количества фирм. Заметными являются также миграционные потоки Москвы с другими субъектами России. Распределение иных регионов и населённых пунктов по числу миграций фирм, равно как и маршруты миграции, не характеризуются выраженными тенденциями и при этом обладают небольшими количественными показателями. Положительное сальдо миграции, исходя из числа фирм, может сочетаться с отрицательным сальдо по доходам или числу работников.

Результаты данного исследования могут иметь двойное практическое применение. С одной стороны, их можно использовать в качестве одного из обоснований при определении государственной политики на базе доказательного (data-driven) подхода. В частности, из них следует, что масштаб релокации юридических фирм в пределах России, как правило, невелик, поэтому стимулирование развития малого и среднего предпринимательства в этой сфере, вероятно, должно опираться не на привлечение компаний из других регионов (исключая, возможно, самые крупные из них, которые могут открыть филиалы), а на стимулирование создания новых организаций. С другой стороны, исследование в сочетании с его полностью воспроизводимой методикой и открытыми источниками данных может использоваться как образец для анализа релокации фирм, ведущих другие виды деятельности.

Список источников

- Дианов И. Плиточная карта России. Электронный ресурс. URL: <https://dianov.org/all/plitochnaya-karta-rossii/> (дата обращения 15.01.2024).
- Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства. Электронный ресурс. URL: <https://www.nalog.gov.ru/opendata/7707329152-rsmp/> (дата обращения 15.01.2024).
- Моисеева Е.Н., Скугаревский Д.А. 2016. Рынок юридических услуг в России: что говорит статистика. Санкт-Петербург, Европейский университет в Санкт-Петербурге, 28 с.
- Сведения о среднесписочной численности работников организации. Электронный ресурс. URL: <https://www.nalog.gov.ru/opendata/7707329152-sshr2019/> (дата обращения 15.01.2024).
- Сведения о суммах доходов и расходов по данным бухгалтерской (финансовой) отчетности организации за год, предшествующий году размещения таких сведений на сайте ФНС России. Электронный ресурс. URL: <https://www.nalog.gov.ru/opendata/7707329152-revexp/> (дата обращения 15.01.2024).
- Тукачев Ю. Плиточная карта России. Электронный ресурс. URL: <https://gist.github.com/tukachev/c3262242a20b3050e0459b4e3afc3a51> (дата обращения 15.01.2024).
- Russian small and medium business dataset generator. Electronic resource. URL: <https://github.com/PavelSyomin/russian-smb-companies> (date of the application 15.01.2024).
- Syomin P. Ru-smb-companies-papers. Electronic resource. URL: <https://github.com/PavelSyomin/ru-smb-companies-papers/tree/main/legal-companies-migration> (date of the application 15.01.2024).

Список литературы

- Адигамова Ф.Ф. 2011. Миграция налогоплательщиков-организаций как фактор роста налоговой задолженности. Финансы и кредит, 1(433): 14–20.
- Елацков А.Б. 2020. «Плиточные» картоиды и их применение в России. Псковский регионологический журнал, 1(41): 115–129. <https://dx.doi.org/10.37490/S221979310008540-7>



- Синенко О.А. 2021. Миграция налогоплательщиков в территории с особым экономическим статусом Дальнего Востока. Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление, 4(100): 39–50. <https://dx.doi.org/10.24866/2311-2271/2021-4/39-50>.
- Щербакова Н.В., Домнина А.А. 2016. Фиктивная миграция юридических лиц как способ уклонения от уплаты налогов. Новый Университет. Серия: Экономика и Право, 9(67): 98–101. <https://dx.doi.org/10.15350/2221-7347.2016.9>
- Burwitz G. 2006. Tax Consequences of the Migration of Companies: A Practitioner's Perspective. *European Business Organization Law Review*, 7(2): 589–604. <https://dx.doi.org/10.1017/s1566752906005891>
- Carrincazeaux C., Coris M. 2015. Why do Firms Relocate? Lessons from a Regional Analysis. *European Planning Studies*, 23(9): 1695–1721. <https://dx.doi.org/10.1080/09654313.2015.1048186>
- Chand V. 2013. Exit Charges for Migrating Individuals and Companies: Comparative and Tax Treaty Analysis. *Bulletin for International Taxation*, 67(4/5): 30. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2250769>
- Cybulska M., Dziemianowicz W. 2020. Quo Vadis, Business? The Migration of Companies Between Cities Using the Example of the Mazowieckie Voivodship in Poland. *Miscellanea Geographica*, 24(4): 218–231. <https://dx.doi.org/doi:10.2478/mgrsd-2020-0037>
- Hansen N. 1990. Do Producer Services Induce Regional Economic Development? *Journal of Regional Science*, 30(4): 465–476. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9787.1990.tb00115.x>
- Hansen N. 1993. The Strategic Role of Producer Services in Regional Development. *International Regional Science Review*, 16(1–2): 187–195. <https://dx.doi.org/10.1177/016001769401600109>
- Hitchens D.M.W.N. 1997. The Adequacy of the Supply of Professional Advisory Services to Manufacturing Firms in Rural Mid Wales. *The Service Industries Journal*, 17(4): 669–689. <https://dx.doi.org/10.1080/02642069700000040>
- Kubicova J. 2016. Exit Tax in the World of International Migration of Companies and Individuals. In: *Globalization and its socio-economic consequences. 16th international scientific conference, Rajecke Teplice, Slovak Republic, 5–6 October 2016. Rajecke Teplice, Slovak Republic, University of Zilina, The Faculty of Operation: 1101–1109.*
- Kutsenko E., Ostashchenko T., Tyurchev K. 2022. Relocation as a Driver of Innovative Activity: a Global Study of Unicorn Founders Migration. *Foresight and STI Governance*, 16(4): 6–23.
- McLaughlin G.E., Robock S.H. 1949. Why Industry Moves South: A study of factors influencing the recent location of manufacturing plants in the south. *Committee of the South, National Planning Assn*, 148 p.
- Nakosteen R.A., Zimmer M.A. 1987. Determinants of Regional Migration by Manufacturing Firms. *Economic Inquiry*, 25(2): 351–362. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1465-7295.1987.tb00744.x>
- Pan Y., Conroy T., Tsvetkova A., Kures M. 2020. Incentives and Firm Migration: An Interstate Comparison Approach. *Economic Development Quarterly*, 34(2): 140–153. <https://dx.doi.org/10.1177/0891242420917756>
- Pellenbarg P.H. 2005. Firm Migration in the Netherlands. In: *European Land Use and Water Management in a Sustainable Network Society. 45th Congress of the European Regional Science Association, 23–27 August 2005, Amsterdam. Netherlands, European Regional Science Association: 1–24.*
- Piotti G. 2007. Why Do Companies Relocate? The German Discourse on Relocation. *MPIfG Discussion Paper: 7–14.*
- Plant R. 2007. An Empirical Analysis: Venture Capital Clusters Amd Firm Migration. *Journal of Developmental Entrepreneurship*, 12(02): 139–163. <https://dx.doi.org/10.1142/s1084946707000605>
- Rasel S., Abdulhak I., Kalfadellis P., Heyden M.L. M. 2019. Coming Home and (Not) Moving in? Examining reshoring firms' subnational location choices in the united states. *Regional Studies*, 54(5): 704–718. <https://dx.doi.org/10.1080/00343404.2019.1669784>
- Rossi F., Dej M. 2019. Where do Firms Relocate? Location Optimisation within and Between Polish Metropolitan Areas. *The Annals of Regional Science*, 64(3): 615–640. <https://dx.doi.org/10.1007/s00168-019-00948-5>
- Rupasingha A., Marré A.W. 2018. Moving to the Hinterlands: Agglomeration, Search Costs and Urban to Rural Business Migration. *Journal of Economic Geography*, 20(1): 123–153. <https://dx.doi.org/10.1093/jeg/lby057>



- Shortland S.M. 1987. The Relocation of Companies. In: *Managing Relocation*. London, Palgrave Macmillan UK: 15–43.
- Wu L., Wang Y., Lin B.-X., Li C., Chen S. 2007. Local Tax Rebates, Corporate Tax Burdens, and Firm Migration: Evidence from China. *Journal of Accounting and Public Policy*, 26(5): 555–583. <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2007.08.003>

Reference

- Adigamova F.F. 2011. Migratsiya nalogoplatelshchikov-organizatsiy kak faktor rosta nalogovoy zadolzhennosti [Migration of Companies-Taxpayers as the Factor of Growth of Back Taxes]. *Finance and Credit*, 1(433): 14–20 (in Russian).
- Elatskov A.B. 2020. Tile Grid Maps and Their Application in Russia. *Pskov Journal of Regional Studies*, 1(41): 115–129 (in Russian). <https://dx.doi.org/10.37490/S221979310008540-7>
- Sinenko O.A. 2021. Migration of Taxpayers in the Territory with a Special Economic Status of the Far East. The bulletin of the Far Eastern Federal University. *Economics and Management*, 4(100): 39–50 (in Russian) <https://dx.doi.org/10.24866/2311-2271/2021-4/39-50>.
- Shcherbakova N.V., Domnina A.A. 2016. Fictitious Migration of Legal Entities as Method of Avoiding Tax Payment. *Noviy universitet. Seria: Ekonomika i pravo*, 9(67): 98–101 (in Russian). [http://dx.doi.org/10.17150/2411-6262.2015.6\(4\).4](http://dx.doi.org/10.17150/2411-6262.2015.6(4).4)
- Burwitz G. 2006. Tax Consequences of the Migration of Companies: A Practitioner's Perspective. *European Business Organization Law Review*, 7(2): 589–604. <https://dx.doi.org/10.1017/s1566752906005891>
- Carrincazeaux C., Coris M. 2015. Why do Firms Relocate? Lessons from a Regional Analysis. *European Planning Studies*, 23(9): 1695–1721. <https://dx.doi.org/10.1080/09654313.2015.1048186>
- Chand V. 2013. Exit Charges for Migrating Individuals and Companies: Comparative and Tax Treaty Analysis. *Bulletin for International Taxation*, 67(4/5): 30. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2250769>
- Cybulska M., Dziemianowicz W. 2020. Quo Vadis, Business? The Migration of Companies Between Cities Using the Example of the Mazowieckie Voivodship in Poland. *Miscellanea Geographica*, 24(4): 218–231. <https://dx.doi.org/doi:10.2478/mgrsd-2020-0037>
- Hansen N. 1990. Do Producer Services Induce Regional Economic Development? *Journal of Regional Science*, 30(4): 465–476. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9787.1990.tb00115.x>
- Hansen N. 1993. The Strategic Role of Producer Services in Regional Development. *International Regional Science Review*, 16(1–2): 187–195. <https://dx.doi.org/10.1177/016001769401600109>
- Hitchens D.M.W.N. 1997. The Adequacy of the Supply of Professional Advisory Services to Manufacturing Firms in Rural Mid Wales. *The Service Industries Journal*, 17(4): 669–689. <https://dx.doi.org/10.1080/02642069700000040>
- Kubicova J. 2016. Exit Tax in the World of International Migration of Companies and Individuals. In: *Globalization and its socio-economic consequences*. 16th international scientific conference, Rajecke Teplice, Slovak Republic, 5–6 October 2016. Rajecke Teplice, Slovak Republic, University of Zilina, The Faculty of Operation: 1101–1109.
- Kutsenko E., Ostashchenko T., Tyurchev K. 2022. Relocation as a Driver of Innovative Activity: a Global Study of Unicorn Founders Migration. *Foresight and STI Governance*, 16(4): 6–23.
- McLaughlin G.E., Robock S.H. 1949. Why Industry Moves South: A study of factors influencing the recent location of manufacturing plants in the south. *Committee of the South, National Planning Assn*, 148 p.
- Nakosteen R.A., Zimmer M.A. 1987. Determinants of Regional Migration by Manufacturing Firms. *Economic Inquiry*, 25(2): 351–362. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1465-7295.1987.tb00744.x>
- Pan Y., Conroy T., Tsvetkova A., Kures M. 2020. Incentives and Firm Migration: An Interstate Comparison Approach. *Economic Development Quarterly*, 34(2): 140–153. <https://dx.doi.org/10.1177/0891242420917756>
- Pellenbarg P.H. 2005. Firm Migration in the Netherlands. In: *European Land Use and Water Management in a Sustainable Network Society*. 45th Congress of the European Regional Science Association, 23–27 August 2005, Amsterdam. Netherlands, European Regional Science Association: 1–24.
- Piotti G. 2007. Why Do Companies Relocate? The German Discourse on Relocation. *MPIfG Discussion Paper*: 7–14.



- Plant R. 2007. An Empirical Analysis: Venture Capital Clusters And Firm Migration. *Journal of Developmental Entrepreneurship*, 12(02): 139–163. <https://dx.doi.org/10.1142/s1084946707000605>
- Rasel S., Abdulhak I., Kalfadellis P., Heyden M.L. M. 2019. Coming Home and (Not) Moving in? Examining reshoring firms' subnational location choices in the united states. *Regional Studies*, 54(5): 704–718. <https://dx.doi.org/10.1080/00343404.2019.1669784>
- Rossi F., Dej M. 2019. Where do Firms Relocate? Location Optimisation within and Between Polish Metropolitan Areas. *The Annals of Regional Science*, 64(3): 615–640. <https://dx.doi.org/10.1007/s00168-019-00948-5>
- Rupasingha A., Marré A.W. 2018. Moving to the Hinterlands: Agglomeration, Search Costs and Urban to Rural Business Migration. *Journal of Economic Geography*, 20(1): 123–153. <https://dx.doi.org/10.1093/jeg/lby057>
- Shortland S.M. 1987. The Relocation of Companies. In: *Managing Relocation*. London, Palgrave Macmillan UK: 15–43.
- Wu L., Wang Y., Lin B.-X., Li C., Chen S. 2007. Local Tax Rebates, Corporate Tax Burdens, and Firm Migration: Evidence from China. *Journal of Accounting and Public Policy*, 26(5): 555–583. <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2007.08.003>

Поступила в редакцию 01.03.2024;

поступила после рецензирования 04.04.2024;

принята к публикации 23.04.2024

Received March 01, 2024;

Revised April 04, 2024;

Accepted April 23, 2024

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Сёмин Павел Олегович, аспирант кафедры социально-экономической географии, Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Pavel O. Syomin, PhD Student of the Department of Social and Economic Geography, Perm State University, Perm, Russia



УДК 379.85

DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-149-161

Возможности развития туризма в Гедабекском и Товузском районах Газах-Товузского экономического района

¹Агакишиева Г.Р., ²Оруджова П.А., ³Хансейидова Л.С.

¹Министерство науки и образования Азербайджанской Республики

Институт географии им. акад. Г.А.Алиева,

Азербайджанская Республика, AZ 1143, г. Баку, пр. Гусейн Джавида, 115

²Азербайджанский государственный педагогический университет,

Азербайджанская Республика, AZ 1072, г. Баку, ул. акад. Гасана Алиева, 104

³Азербайджанский университет языков,

Азербайджанская Республика, AZ 1014, г. Баку, ул. Рашида Бейбутова, 134

E-mail: guneshagakishiyeva@gmail.com, pakize.orucova89@gmail.com, l.khanseyidova@gmail.com

Аннотация. Целью данной статьи, является оценивание возможности развития туризма в горных частях Газах-Товузского экономического района. В результате исследования установлено, что исследуемые районы обладают большим туристическим потенциалом, состоящим из природных и историко-культурных туристических ресурсов. Показано, что природные условия и природные ресурсы исследуемых районов благоприятствуют в развитии некоторых видов туризма, таких как экотуризм, лечебно-оздоровительный, спортивный, горнолыжный, событийный, этнографический и историко-культурный туризм. В ходе проведенного анализа установлено, что развитие туризма может сыграть ведущую роль в социально-экономическом развитии Гедабекского и Товузского районов. В качестве источника использовались статистические показатели, полученные от Государственного Статистического Комитета Азербайджана, материалы Фондовых трудов Института географии, а также различные литературные материалы. В исследовании использовались системные, оценочные и статистические методы. При росте экономических показателей гостиниц и аналогичных средств размещения в Газах-Товузском экономическом районе и Товузском районе в течение 2015–2022 годов в Гедабекском районе наблюдалось снижение статистических данных по некоторым параметрам, таким как число ночлегов, предоставленных лицам, размещенных в гостиницах и численность размещенных лиц. Основная причина этого в том, что туристический потенциал Гедабекского района еще не полностью использован. Предложенную методику, при наличии данных о природных и историко-культурных ресурсах, возможно, использовать для изучения развития туризма в других районах Газах-Товузского экономического района.

Ключевые слова: природные туристические ресурсы, историко-культурные туристические ресурсы, туристический потенциал, Гедабекский район, Товузский район

Для цитирования: Агакишиева Г.Р., Оруджова П.А., Хансейидова Л.С. 2024. Возможности развития туризма в Гедабекском и Товузском районах Газах-Товузского экономического района. Региональные геосистемы, 48(2): 149–161. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-149-161

Tourism Development Opportunities in the Gadabay and Tovuz Regions of Gazakh-Tovuz Economic Region

¹ Gunesh R. Agakishiyeva, ² Pakiza A. Orujova, ³ Lala S. Xanseyidova

¹Ministry of Science and Education of Azerbaijan Republic

Institute of Geography named after acad. H.A.Aliyev,

115 Huseyn Cavid Av., Baku, AZ 1143, Republic of Azerbaijan,

²Azerbaijan State Pedagogical University,

104 acad. Hasan Aliyev St, Baku, AZ 1072, Republic of Azerbaijan,

³Azerbaijan University of Languages,

134 Rashid Behbudov St, Baku, AZ 1014, Republic of Azerbaijan,

E-mail: guneshagakishiyeva@gmail.com, pakize.orucova89@gmail.com, l.khanseyidova@gmail.com

Abstract. The purpose of this article is to assess the possibility of tourism development in the mountainous parts of the Gazakh-Tovuz economic region. As a result of the study, it was established that



the studied regions have a large tourist potential, consisting of natural and historical and cultural tourist resources. It is shown that the natural conditions and natural resources of the studied regions are favorable for the development of some types of tourism, such as ecotourism, health tourism, sports, skiing, event, ethnographic and historical-cultural tourism. In the course of the conducted analysis, it was established that the development of tourism can play a leading role in the social and economic development of Gadabay and Tovuz region. Statistical indicators obtained from the State Statistical Committee of Azerbaijan, materials of fund works of the Institute of Geography, as well as various literary materials were used as a source. Systematic, evaluative and statistical methods were used in the study. With the growth of economic indicators of hotels and similar means of accommodation in Gazakh-Tovuz economic region and Tovuz region during 2015–2022, a decrease in statistical data was observed in Gadabay region in some parameters, such as the number of overnight stays provided to persons accommodated in hotels and the number of persons accommodated. The main reason for this is that the tourist potential of the Gadabay region has not yet been fully utilized. The proposed method, with data on natural and historical and cultural resources, can be used to study the development of tourism in other districts of the Gazakh-Tovuz economic region.

Keywords: natural tourism resources, historical and cultural tourism resources, tourism potential, Gadabay region, Tovuz region

For citation: Agakishiyeva G.R., Orujova P.A., Xanseyidova L.S. 2024. Tourism Development Opportunities in the Gadabay and Tovuz Regions of Gazakh-Tovuz Economic Region. *Regional geosystems*, 48(2): 149–161. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-149-161

Введение

В рамках развития ненефтяного сектора в Азербайджане, наряду с сельским хозяйством, туризм считается приоритетным сектором экономики. В настоящее время в стране отсутствуют статистические данные по туризму на региональном уровне и это влияет на изучение данной отрасли. Поскольку туризм считается одной из самых востребованных сфер экономики, изучение этой сферы весьма актуально.

Природные и культурно-исторические условия повышенной привлекательности и комфортности являются ресурсной основой для организации территориально-рекреационных систем международного класса. При всей важности объектов истории и культуры в рекреационно-ресурсной составляющей, природные условия и ресурсы занимают преобладающее место, являясь одной из основных материальных предпосылок современной рекреации. Своеобразие различных социально-экономических факторов и конкретные природные условия формируют туристскую специализацию отдельных туристских районов [Вавилова, 2005].

Объекты исследования – туристический потенциал Гедабекского и Товузского районов Газах-Товузского экономического района. Цель – изучение туристического потенциала Гедабекского и Товузского районов для развития различных видов туризма. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: выявить природные и культурные особенности исследуемых районов; оценить состояние автомобильных дорог; анализировать статистические показатели гостиниц и аналогичных средств размещения; обосновать туризм как фактор социально-экономического развития Гедабекского и Товузского районов в целом.

Хребет Чингылдаг простирается на территории Товузского района, который по рельефу состоит в северной и центральной части из равнин, и только юг гористый. Из-за расположения северных склонов гор Малого Кавказа на территории Товузского района основной туристический потенциал района сосредоточен в его горной местности. Товузский район также отличается от других районов по флоре и фауне, чему способствует окружение со всех сторон горами и лесами.

Гедабекский район, где вдоль западной границы с Арменией простирается Шахдагский хребет, по рельефу сплошь горный. Богатый и разнообразный состав флоры и фауны, источники минеральных вод, несколько природных объектов, охраняемых государством, формируют туристический потенциал Гедабекского района.

Объекты и методы исследования

Регионы, обладающие гористой поверхностью, значительно выигрывают по красоте по сравнению с другими регионами, не обладающими таким рельефом. Горный рельеф помимо внешней привлекательности характеризуется большими рекреационными ресурсами благодаря чистоте горного воздуха, повышенному ультрафиолетовому излучению, возможности организации разных видов горного туризма, наличию источников с минеральной водой. Такой рельеф можно использовать круглогодично [Экономика и организация ..., 2010].

Южная часть Газах-Товузского экономического района является гористой и охватывает территории Гедабекского и Товузского районов. Северные склоны хребтов Шахдаг, Муровдаг и Мургуз простираются вдоль южной границы экономического района. Эти горные хребты разделены горными долинами [Солтанова, 2015; Исмаилова, 2022].

Газах-Товузский экономический район граничит с Грузией на севере, Арменией на западе и юге, а также с Азербайджанским экономическим районом Гянджа-Дашкесан на востоке. Охватывая Агстафинский, Гедабекский, Газахский, Шамкирский и Товузский районы, экономический район по своему физико-географическому положению входит в горную природную область Малого Кавказа. Поскольку среди административных районов в составе экономического района Гедабекский и Товузский районы по своим природным условиям являются преимущественно горными, наше исследование охватывает именно эти две административно-территориальные единицы (рис. 1).

В ходе исследования использовались системный метод, позволяющий наиболее эффективно изучать туристское пространство, затем оценочный метод, позволяющий выявить пространственную дифференциацию природных и историко-культурных туристических ресурсов, а также статистический метод, позволяющий выявить районы со слабыми и высокими показателями.

Результаты и их обсуждение

На основе ресурсного подхода развитие туристских территорий связано с выявлением и использованием участков с наибольшим рекреационным потенциалом. Ресурсно-географический подход позволяет соотнести ценность туристских ресурсов и их использование туристами [Дунец и др., 2023].

На территории Азербайджана находятся лишь крайние северные предгорья Малого Кавказа к западу от бассейна реки Ахынджа. На расстоянии 50 км к востоку от истока ручья простирается Шахдагский хребет (Годжадаг – 3318 м, Гиналдаг – 3367 м). По орографии восточным продолжением Шахдагского хребта является хребет Муровдаг (Гямыш – 3724 м, Муровдаг – 3340 м). Важнейшими особенностями орографии среднегорных и низкогорных северных склонов хребтов Шахдаг и Муровдаг являются широкие образованные поверхности и глубокие речные долины. Горы Гиналдаг (3367 м) и Кяпяз (3066 м) возвышаются в 8–10 км к северу от главных водораздельных хребтов [Мусейбов, 1998].

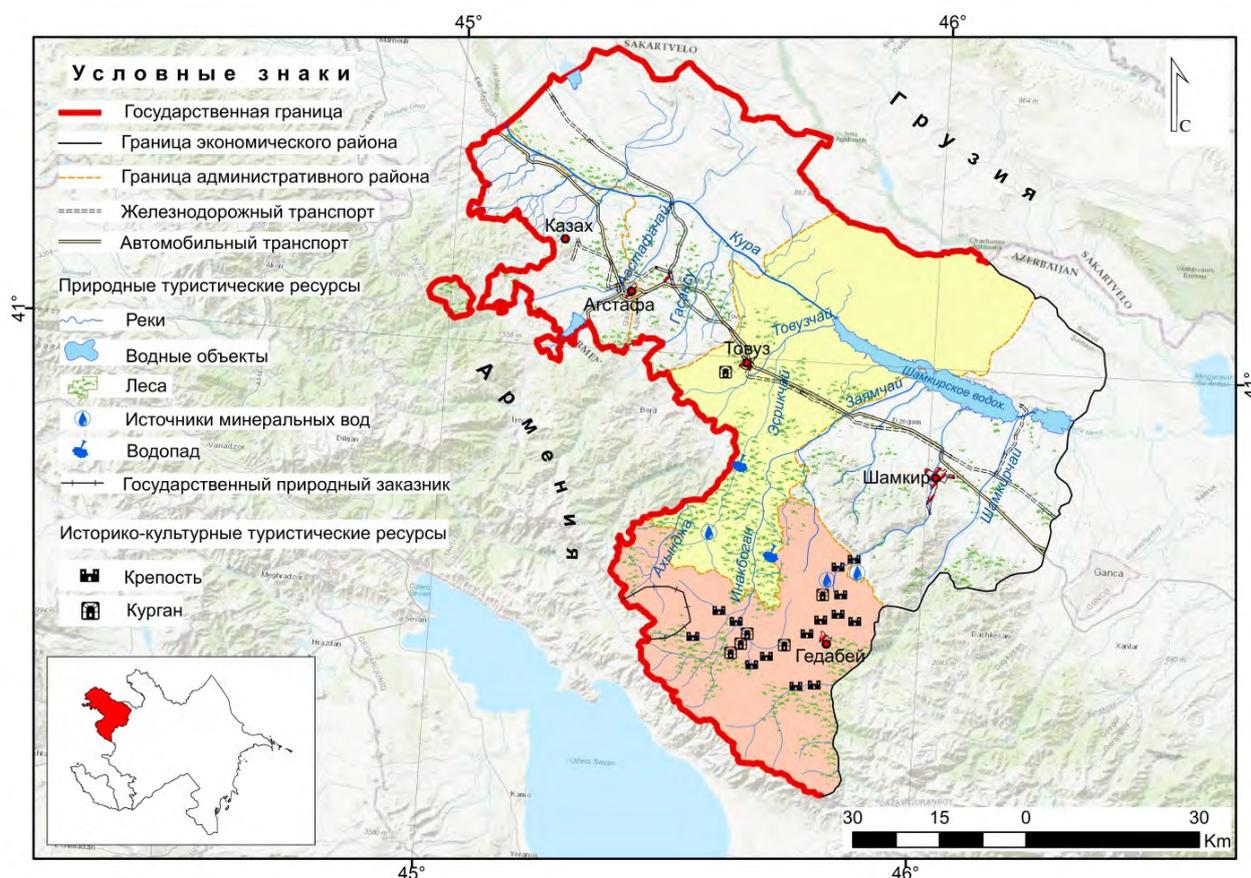


Рис. 1. Карта туристического потенциала Гадабекского и Товузского районов
 Fig. 1. Map of the tourism potential of Gadabay and Tovuz regions

Регионы Азербайджана, обладающие богатым природным и культурным потенциалом, имеют все необходимые предпосылки для перспективного развития туризма. Однако, чтобы расширить свое участие в туристском секторе Азербайджана, регионы страны должны решить некоторые проблемы, связанные с сезонностью туристской инфраструктуры и транспорта, повысить качество туристского обслуживания и снизить цены [Агакишиева, 2020].

Гадабекский район, расположенный на северном склоне Шахдагского хребта, охватывает Башкенд-Дастанфурскую впадину, а также часть Шамкирского горного массива. Средняя температура января в районе, где преобладает умеренно-теплый и холодный климат, составляет $-10...-2$ °С, а средняя температура июля варьируется в пределах $+10...+20$ °С. На территории района расположены верховья рек Ахынджа, Заям и Шамкир. В районе расположен государственный природный заказник «Гызылджа».

Товузский район, охватывающий северо-восточные отроги Шахдагского хребта на юге, Гянджа-Газахскую наклонную равнину в центре и предгорья Джейранчеля на севере, состоит из высокогорного, равнинного и низкогорного пояса. Средняя температура января составляет $-4...+1$ °С, а средняя температура июля варьируется в пределах $+18...+25$ °С. По территории района протекают реки Кура, Товуз, Ахынджа, Заям и Эрик.

Исследуемые районы, расположенные на горных территориях, имеют большие возможности в перспективе для развития некоторых видов туризма, как экотуризм, лечебно-оздоровительный, событийный, этнографический, археологический, историко-культурный, спортивный и горнолыжный туризм.

Под событийным туризмом понимается туристская деятельность, связанная с разнообразными значимыми общественными событиями, а также редкими природными явлениями, привлекающими своей уникальностью, экзотичностью, неповторимостью большие массы соотечественников и туристов из зарубежных стран. Блок событийного туризма включает в себя мероприятия культурного, спортивного, этнографического, фольклорного, выставочного видов туризма [Долженко, 2009].

На территории исследования проводится фестиваль «Яйлаг», что стимулирует развитие событийного туризма. Помимо ознакомления с этнографическими особенностями, это мероприятие дает туристам возможность ощутить настоящую лугопастбищную жизнь в самом сердце природы. 26–28 июля 2019 года на лугопастбищной территории Дюзюрд-Мискинли Гедабекского района состоялся Первый Национальный фестиваль «Яйлаг», в котором участвовали около ста представителей из 16 стран. Цель фестиваля – пропаганда богатого культурного наследия нашего народа, сформировавшего с древнейших времен златскую и лугопастбищную культуры, показ этнографических особенностей и историко-культурных памятников. Показ культурной программы представителей различных этнических групп, проживающих в нашей стране, являясь наглядным представлением толерантности и мультикультурализма в Азербайджане, еще больше повышает значимость фестиваля.

Во всем мире в центрах активного развития туризма объекты археологического наследия представляют собой исключительную ценность в качестве туристских ресурсов и в некоторых регионах, например, в Египте, на Ближнем Востоке и др., являются первоосновой мотивации многочисленных туристских поездок [Харламов, 2017].

В 2008–2011 годах в Товузском районе были проведены археологические исследования на месте древнего поселения «Гейтепе» и определены особенности археологического комплекса – парка под открытым небом как ценного памятника истории. Планируется организовать музей, состоящий из построек, обнаруженных при раскопках на территории Гейтепинского памятника неолитового периода, и провести работы по восстановлению быта и культуры земледельческого этапа, что имеет большое значение для привлечения туристов в район.

В июле 2022 года в памятнике «Девичья башня», расположенном недалеко от села Союдлу Гедабекского района, были проведены археологические раскопки и доказана его историческая значимость. Построенный в XII веке этот памятник, расположенный на сложно доступной горе и окруженный лесами, привлекает туристов, посещающих этот район.

Спортивный туризм включает в себя поездки туристов-индивидуалов или организованных групп для занятий спортом или посещения крупных спортивных мероприятий. Как правило, спортивный туризм предполагает, что потенциальными потребителями подобного рода услуг будут непрофессиональные спортсмены, поручающие организацию таких путешествий специализированным туристским фирмам, клубам и организациям [Кусков, 2008].

В Гедабекском районе обитают такие животные, как косули, бурые медведи, волки, а также птицы – тетерев и орел. В Товузском районе – кабан, белка, косуля, а из птиц – канюк, куропатка, турач. Такая богатая фауна позволяет развивать охоту. Шамкирское водохранилище в Товузском районе, введенное в эксплуатацию в 1980 году, площадью 116 км² и объемом 2677 м³, а также протекающие реки, такие как Ахынджа, Заям, Шамкир и Эрик, открывают в исследуемых районах возможности для занятий водными видами спорта, особенно вейкбордингом, водными лыжами, виндсерфингом, каякингом и рыбной ловлей.

Национальные парки являются одними из охраняемых природных территорий и имеют социально-экономические преимущества с региональной точки зрения. Они привлекают туристов к уникальным пространственным объектам на этих территориях. В целом национальные парки, наряду с функциями охраны природных комплексов, создают



удобные условия для охраны и восстановления историко-культурного наследия, а также организации регулируемого туризма и отдыха [Имрани, Асгарли, 2023].

Государственный природный заказник «Гызылджа» был создан в феврале 1984 года с целью охраны территории, особенно исчезающих видов животных и растений. В заказнике, занимающем площадь 5135 га на территории Гедабекского района, охраняются косуля, бурый медведь, кабан, кролик, а также леса, состоящие из дуба, бука и падуба. Наличие единственного Государственного природного заказника «Гызылджа» в исследуемых районах позволяет на территории только Гедабекского района развивать экотуризм.

В современном мире значение лечебного туризма и его развития остается наиболее актуальным вопросом при определении приоритетных направлений здорового образа жизни. Причина в том, что лечебный туризм может способствовать стабильной и динамичной экономике страны, а также восстановлению здоровья человека. Лечебный туризм имеет высокие экономические и социальные выгоды. Именно по этой причине несколько стран мира попытались развивать лечебный туризм на основе местных природных ресурсов [Zeynalova, 2022].

Источники минеральных вод «Нарзан», «Гедабек» и «Славянка» составляют ресурсную базу для развития лечебно-оздоровительного туризма на территории исследования. Горнолесной ландшафт исследуемых районов, разделенный на среднегорные и высокогорные зоны, серьезно пострадал от антропогенного воздействия. В исследуемых районах распространены отложения юрского, мелового, неогенового, палеогенового и антропогенного периодов. В среднегорном поясе Гедабекского района распространены широколиственные леса, состоящие из дуба, бука и падуба, а в высокогорье – субальпийские и альпийские луга. В южной горной части Товузского района расположены дубовые и буквые леса, субальпийские и альпийские луга, тугайные леса по реке Куре. Все это дает возможность развития в исследуемых районах лечебно-оздоровительного туризма, а также лечения некоторых недугов, например, стресса, заболеваний верхних дыхательных путей и других.

Горнолыжный туризм в последние три десятилетия развивается очень быстро. Его привлекательность обусловлена тем, что это единственный массовый вид спорта и отдыха в зимнее время. К тому же зимний горный пейзаж отличается высокой эстетичностью, также как и сам спуск по трассе ярко экипированных лыжников. Наиболее подходят для развития массового горнолыжного туризма территории, обладающие определенными природными условиями [Глушко, Сазыкин, 2012].

Горы – Морухлу (1894 м), Месхит (2000 м), Шекербей (2282 м), Кечалдаг (2435 м), Шахдаг (2901 м), Курддареси (2608 м), Гачагая (2624 м), Ганлыдаг (3020 м), Алагеллердагы (2972 м), Муртуздаг (2148 м), Чобандаг (2505 м), Годжадаг (3318 м), Гараархадж (3063 м) в Гедабекском районе; Эльдаг (1533 м), Дондар (2017 м), Гачагая (2120 м) в Товузском районе – создают благоприятные условия для развития горнолыжного туризма и строительства горнолыжных центров в регионе.

В Азербайджане территории с высотой 1001–1500 м составляют 12% (10392 км²) от общей площади страны, территории с высотой 1501–2000 м – 7,5% (6495 км²), территории выше 2000 м – 7,5% (6495 км²). На участках высотой 1001–1500 м расположено 404 населенных пункта (11,2%), на высотах 1501–2000 м – 195 населенных пунктов (5,4%), на высотах выше 2000 м – 8 населенных пунктов (0,3%). В районах высотой 1001–1500 м проживает 270130 тыс. чел. (3,7%), в районах высотой 1501–2000 м – 81257 тыс. чел. (1,1%), в территории выше 2000 м – 2945 тыс. чел. (0,1%) [Будагов и др., 2006].

Из 483 населенных пунктов Азербайджана, расположенных на высоте свыше 1000 м над уровнем моря, на Гедабекский район приходится 9 %, на Товузский – 5 %. Из 443 населенных пунктов, расположенных на высоте до 1500–2000 м над уровнем моря, 14 % приходится на Гедабекский район, 6 % – на Товузский. В исследуемых районах нет населенных пунктов, расположенных на высоте свыше 2000 м над уровнем моря (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Количество населенных пунктов Азербайджана, расположенных на высоте 1000–2000 м над уровнем моря в исследуемых районах
Number of settlements located at an altitude of 1000–2000 m above sea level in the study areas

Название исследуемых районов	Высота и количество населенных пунктов над уровнем моря		
	выше 1000 м	до 1500–2000 м	выше 2000 м
Гедабекский	44	61	–
Товузский	25	26	–
Всего	483	443	29

Источник: По материалам Фондовых трудов Института географии им. акад. Г.А. Алиева.

Чтобы мотивировать к культурному и познавательному туризму, территория должна иметь свое искусство, архитектуру, обычаи и традиции, музыку и танцы, народные ремесла, историю, литературу, религию, промышленность и занятия, сельское хозяйство, уровень образования, научное развитие и национальную культуру, кухню. Туристы желают увидеть археологические, культурные и исторические памятники, памятники природы, отличающиеся экзотическим ландшафтом, большие и малые исторические города, архитектуру старинных деревенских домов, музеи, театры, выставочные залы и другую социальную и культурную инфраструктуру, этнографические объекты, народные промыслы, художественные центры и т.д. [Agakishiyeva, Ismayilova, 2022].

Традиции, быт, блюда, одежда, обряды, праздники, прикладные занятия жителей сел, расположенных на высоте 1000 м –2000 м над уровнем моря в исследуемых районах, очень привлекательны для путешественников, и использовать этот приоритет в развитии туризма очень целесообразно.

Хотя история формирования транспортной сети Азербайджана древняя, за годы советской власти она была полностью перестроена. Дороги, существовавшие до 1920 года, были в основном грунтовыми и частично гравийными. В годы советской власти особое внимание уделялось развитию транспорта в Азербайджане, строились новые автомобильные и железные дороги [Аллахвердиев, 1991].

Из 1459 км протяженности автомобильных дорог Газах-Товузского экономического района 25 % приходится Товузскому району, 24 % – Гедабекскому району [Транспорт в ..., 2023]. К IV категории относятся 53 % автомобильных дорог в Товузском районе, 71 % – в Гедабекском районе (рис. 2).

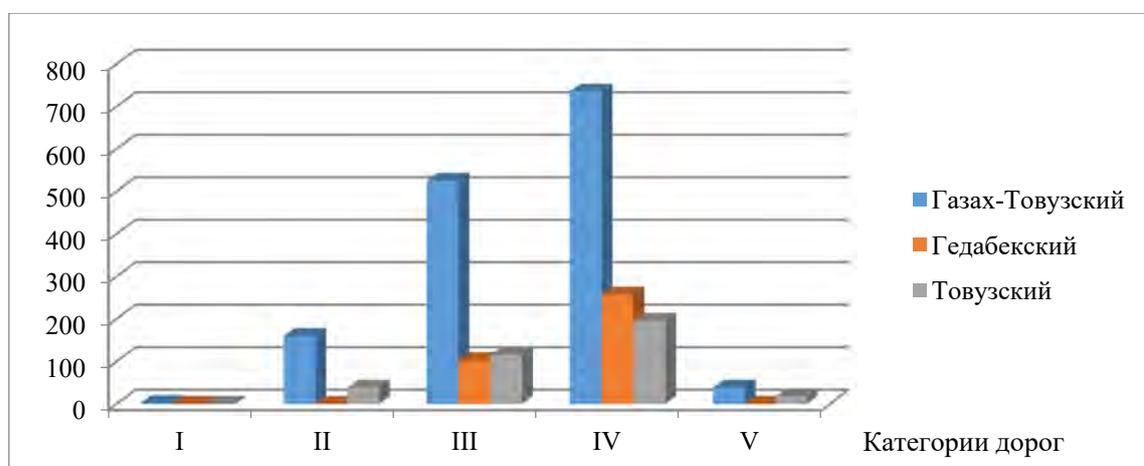


Рис. 2. Состояние автомобильных дорог общего пользования на исследуемых территориях в 2022 году (км)
Fig. 2. Condition of public roads in the study areas in 2022 (in km)



Оценка возможности перевозок туристов на разных видах транспорта имеет большое значение. Только автомобильный транспорт формирует транспортную инфраструктуру Гедабекского района. Через территории Товузского района проходит автомобильная дорога Баку – Газах, большое значение имеют автомобильные дороги Гянджа – Товуз и Товуз – Джейранчель – Агстафа. В железнодорожной сети Товузского района протяженностью 25 км выделяются станции Товуз и Говлар. Таким образом, в Гедабекском районе для перевозки местных и иностранных туристов используются автомобильный, а в Товузском районе автомобильный и железнодорожный транспорт.

Важнейшим элементом любого турпродукта является размещение. Размещение как составляющая индустрии туризма состоит не только в предоставлении в пользование специальных помещений для временного проживания, но и в предоставлении дополнительных услуг по приему, уборке, организации деловых мероприятий, оздоровлению и т.д. в зависимости от специализации [Ушаков, 2010].

17 % гостиниц и аналогичных учреждений в Газах-Товузском экономическом районе приходится на Товузский район, одновременная вместимость – 25 %, число номеров – 26 %, число ночлегов, предоставленных туристам, – 43 %, численность размещенных лиц – 42 %, доходы и расходы гостиниц и аналогичных средств размещения – 49 % по каждому, количество работников гостиниц и аналогичных средств размещения – 30 % [Туризм в ..., 2023].

По данным Государственного статистического комитета Азербайджана как в Газах-Товузском экономическом районе, так и в Товузском районе выросли все экономические показатели гостиниц и аналогичных средств размещения за 2015–2022 гг. За этот период в Газах-Товузском экономическом районе число ночлегов, предоставленных лицам, размещенных в гостиницах, увеличилось в 1,2 раза, численность размещенных лиц в – 1,5 раза, доходы гостиниц и аналогичных средств размещения – в 1,3 раза, расходы гостиниц и аналогичных средств размещения – в 1,7 раза, количество работников гостиниц и аналогичных средств размещения – в 1,8 раза, в Товузском районе соответственно – в 2,7 раза, в 3,6 раза, в 2,5 раза, в 3,5 раза, 1,8 раза. Анализируя экономические показатели гостиниц и аналогичных средств размещения за 2015–2022 гг., следует отметить, что в Гедабекском районе число ночлегов, предоставленных лицам, размещенных в гостиницах уменьшилось в 2,2 раза, численность размещенных лиц – в 1,4 раза, доходы гостиниц и аналогичных средств размещения увеличилось в 2,4 раза, расходы гостиниц и аналогичных средств размещения – в 3,3 раза, количество работников гостиниц и аналогичных средств размещения – в 1,8 раза (табл. 2). В Гедабекском районе уменьшение числа ночлегов, предоставленных лицам, размещенным в гостиницах, и численности размещенных лиц связано со слабым развитием туристической отрасли в этом районе.

В исследуемых районах, к сожалению, сооружение и развитие объектов отдыха и туризма пока не достаточно. В исследуемых районах находятся центры отдыха и туризма, такие как в селе Славянка (Гедабекский район) «Нарзан булагы», в селе Авдал (Товузский район) «Суюн сеси». Основываясь на Государственной Программе развития туризма в Азербайджанской Республике, в перспективе создание объектов отдыха и туризма в районах, расположенных по высотным поясам горных регионов, имеет большое значение.

При выборе территории туристами для путешествия важны как природные особенности, так и историко-культурные объекты. В ряде случаев объекты культуры и историко-культурные памятники считаются основным фактором при определении посещения регионов туристами [Agakishiyeva, İsmayilova, 2022].

Историко-культурные памятники Гедабекского района, выделяемые в качестве территории древнего расселения Азербайджана, считаются частью Ходжалино-Гедабекской культуры, охватывающей XII–XVII века. В развитии историко-культурного туризма территория Гедабекского района оценивается очень высоко, и этому способствуют археологические и архитектурные памятники.

Таблица 2
Table 2Экономические показатели гостиниц и аналогичных средств размещения
в исследуемых районах
Economic indicators of hotels and hotel-type enterprises in the study areas

Экономические показатели	Название экономического и административных районов					
	Гедабекский		Товузский		Газах-Товузский	
	годы					
	2015	2022	2015	2022	2015	2022
Число гостиниц и аналогичных средств размещения, ед.	6	7	2	4	21	24
Одновременная вместимость, место	230	248	130	266	729	1078
Число номеров, ед.	102	111	75	133	351	505
Число ночлегов, предоставленных лицам, размещенных в гостиницах, чел.-ночь	2279	1056	2887	7724	16217	17744
Численность размещенных лиц, чел.	1338	948	1391	5015	8022	11894
Доходы гостиниц и аналогичных средств размещения, тыс. чел.	66,8	163,9	209,4	525,6	812,4	1072,1
Расходы гостиниц и аналогичных средств размещения, тыс. чел.	50,7	167,3	170,0	597,9	712,0	1218,9
Количество работников гостиниц и аналогичных средств размещения, чел.	14	25	24	44	81	145

Источник: [Туризм в ..., 2023]

В списке историко-культурных памятников мирового и государственного значения районов Азербайджана, расположенных на высоте 1000–2000 м над уровнем моря, по количеству памятников археологии государственного значения выделяется Гедабекский район (табл. 3).

Газах-Товузский экономический район является одним из самых слабых регионов Азербайджана по уровню социально-экономического развития. Таким образом, Газах-Товузский экономический район проигрывает другим регионам страны по экономическим показателям. В пределах региона Шамкирский район превосходит Товузский район по номинальным доходам населения и общему объему производства продукции в основных сферах. По объему инвестиций, направленных в основной капитал Товузский район отстает от Шамкирского, Газахского и Агстафинского районов. Гедабекский район делит последние места с Агстафинским и Газахским районами по номинальному доходу населения и общему объему производства продукции в основных сферах. А по инвестициям, направленным в капитал, Гедабекский район занимает последнее место.

В 2022 году в Азербайджане из 68914600,3 тыс. ман. номинальных доходов населения на долю Газах-Товузского экономического района приходилось 3,7 %, из 146016538,6 млн ман. общего объема производства продукции в основных сферах – 2,0 %, из 17878165,1 тыс. ман. инвестиций, направленных в основной капитал – 1,5 % [Регионы ..., 2023].

Как Газах-Товузский экономический район, так и Гедабекский и Товузский районы в структуре промышленности представлены в основном предприятиями легкой и пищевой промышленности, занимающими слабые позиции в стране по уровню промышленного развития. Завод по производству лимонада в селе Захмет (производственной мощностью 6 млн литров в год), завод по производству сухофруктов, переработке ягод и упаковке



лекарственных растений в селе Поладли, завод по производству бетона в селе Захмет (с суточной производственной мощностью 1100 м³), хлебопекарный завод в городе Гедабек (годовая производственная мощность 5000 тонн), заводы по производству питьевой воды в селе Маариф (годовая производственная мощность 1 млн декалитров) и селе Мишкинли (годовая производственная мощность 500 000 декалитров) образуют промышленные предприятия Гедабекского района.

Таблица 3
Table 3

Историко-культурные памятники мирового и государственного значения в исследуемых районах
Monuments of history and culture of world and state importance in the study areas

Название исследуемых районов	Памятники мирового значения		Памятники государственного значения	
	Архитектурные памятники	Археологические памятники	Архитектурные памятники	Археологические памятники
Гедабекский	–	Большая крепость (село Союдлю)	Крепость (село Галакенд) Девичья башня (село Союдлю)	Крепость (село Новосаратовка) Крепость Алтыбулаг (село Новоивановка) Крепость (село Союдлю) Крепость Гарадаг (село Арыхдам) Крепость (село Алиисмаиллы) Крепость (село Гарабулаг) Курган (село Славянка) Крепость Короглу (село Галакенд) Курган (село Сарыкойнек) Курган (село Поладлы) Курган (село Керимли) Курган (село Арыгыран) Крепость (село Маариф) Крепость Паракенд (село Паракенд) Крепость Зехмет (село Зехметкенд) Крепость (село Атахал)
Товузский	–	–	–	Курган (г. Товуз)

Источник: По материалам «Списка памятников истории и культуры мирового и государственного значения», утвержденном Кабинетом Министров Азербайджанской Республики от 2 августа 2001 года.

Товузский филиал Открытого акционерного общества «Азерхалча», где работают 150 ткачей и производят ковры на основе оригинальных ковровых изделий, сотканных в основном в жилых районах Агстафинского, Газахского и Товузского районов на 43 ткацких станках разных размеров, и Завод по переработке семян зерновых культур, созданный в рамках задач, вытекающих из Государственных программ социально-экономического развития регионов, относятся к промышленным предприятиям Товузского района.

Газах-Товуз преимущественно аграрный регион. Несмотря на небольшую площадь, экономический район занимает первое место в республике как по посадке, так и по сбору урожая картофеля, овощей и винограда. Однако туризм может играть ведущую роль в социально-экономическом развитии экономического района при отсутствии выращивания

других сельскохозяйственных культур, а также слабом развитии промышленности. Таким образом, в экономическом районе имеются природные и историко-культурные ресурсы, пригодные для развития различных видов туризма.

Заключение

Основываясь на материалах Фондовых трудов Института географии, проведен анализ населенных пунктов, расположенных на высоте свыше 1000 м и на высоте до 1500–2000 м над уровнем моря для развития туризма. В ходе проведенного анализа установлено, что Гедабекский район выделяется как по удельному весу населенных пунктов, расположенных на высоте свыше 1000 м над уровнем моря, так и населенных пунктов, расположенных на высоте до 1500–2000 м над уровнем моря в Азербайджане. Большое значение имеет использование этнографических особенностей этих сел в развитии туризма.

Опираясь на статистические данные Государственного статистического комитета Азербайджана, проанализированы статистические показатели автомобильных дорог в исследуемых районах. Как в Товузском районе, так и в Гедабекском районе автомобильные дороги, отнесенные к IV категории, имеют преимущества. Проведенный анализ позволил установить, что в исследуемых районах автомобильный транспорт является единственным средством передвижения, хотя в Товузском районе, протяженностью 25 км, имеются железнодорожные линии и железнодорожные станции Товуз и Говлар, но они нерентабельные.

Результаты изучения уровня промышленного и сельскохозяйственного производства, а также анализа таких экономических показателей, как номинальные доходы населения, общий объем производства продукции в основных сферах и объем инвестиций, направленных в основной капитал, позволили обосновать туризм как фактор социально-экономического развития Гедабекского и Товузского районов в целом.

При изучении природных и историко-культурных ресурсов исследуемых территорий определен туристический потенциал Гедабекского и Товузского районов. Исследовались возможности и потенциал для развития некоторых видов туризма. Фестиваль «Яйлаг», являясь наглядным представлением толерантности и мультикультурализма в Азербайджане, составляет ресурсную базу для развития событийного и этнографического туризма, памятники, обнаруженные при раскопках на территории Гейтепе Товузского района, и проведенные археологические раскопки недалеко от села Союдлу Гедабекского района – археологического туризма, наличие множества гор разной высоты – горнолыжного туризма, государственный природный заказник «Гызылджа» в Гедабекском районе – экотуризма, источники минеральных вод «Нарзан», «Гедабек» и «Славянка» – лечебно-оздоровительного туризма на территории исследования.

Список источников

Регионы Азербайджана. 2023. Баку, Государственный Статистический Комитет Азербайджана, 865 с.
Транспорт в Азербайджане. 2023. Баку, Государственный Статистический Комитет Азербайджана, 82 с.
Туризм в Азербайджане. 2023. Баку, Государственный Статистический Комитет Азербайджана, 100 с.

Список литературы

Агакишиева Г.Р. 2020. Территориальная организация туризма в горных регионах Азербайджана (на примере Шеки-Загатальского, Губа-Хачмазского и Горно-Ширванского экономико-географических районов). Вестник Национальной Академии Туризма, 4(56): 41–44.
Аллахвердиев Н.Н. 1991. Экономическая и социальная география Азербайджанской Республики. Баку, Маариф, 272 с.
Будагов Б.А., Эминов З.Н., Мерданов И.Э. 2006. Закономерности размещения населенных пунктов по высотным поясам в Азербайджане. Известия НАНА. Науки о Земле, 3: 89–97.
Вавилова Е.В. 2005. Основы международного туризма. Москва, ГАРДАРИКИ, 160 с.



- Глушко А.А., Сазыкин А.М. 2012. География туризма. Владивосток, Издательство Дальневосточного университета, 270 с.
- Долженко Г.П. 2009. Основы туризма. Москва–Ростов-на-Дону, Март, 319 с.
- Дунец А.Н., Крупочкин Е.П., Табакаева Е.М., Котельникова А.В. 2023. Анализ поведения туристов в условиях развития комплекса «Бирюзовая Катунь»: использование беспилотных аппаратов. Региональные геосистемы, 47(1): 88–100. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-1-88-100>.
- Имрани З.Т., Асгарли Г.Ф. 2023. Экотуристический потенциал и возможности использования Гёйгёльского национального парка. Сервис в России и за рубежом, 17(1): 147–155. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7793514>.
- Исмаилова Е. А. 2022. Историко-культурные ресурсы Гянджа-Газахского экономико-географического района и их использование. Географическая среда и живые системы, 3: 120–132. <https://doi.org/10.18384/2712-7621-2022-3-120-132>
- Кусков А.С. 2008. Туристское ресурсоведение. Москва, Издательский центр «Академия», 208 с.
- Мусейибов М.А. 1998. Физическая география Азербайджана. Баку, Маариф, 400 с.
- Солтанова Г.Б. 2015. Туризм в Азербайджанской Республике и ее развитие. Баку, АзТУ, 475 с.
- Ушаков Д.С. 2010. Экономика туристской отрасли. Ростов-на-Дону, Март, 446 с.
- Харламов С.В. 2017. Особенности интеграции археологических объектов внутриконтинентального региона в сферу туризма (на примере Алтайского края). Культура в Евразийском пространстве: традиции и новации, 1(1): 113–119.
- Экономика и организация туризма: международный туризм. 2010. Под ред. И.А. Рябовой, Ю.В. Забаева, Е.Л. Драчевой. Москва, КноРус, 565 с.
- Agakishiyeva G.R., İsmayilova E.A. 2022. Contemporary Situation and Development Directions of the Cultural Tourism in the Mountainous Areas of Azerbaijan. Universidad & Sociedad. Revista multidisciplinar de la Universidad de Cienfuegos, 14(5): 256–263.
- Zeinalova K.Z. 2022. Physical-Chemical and Treatment Peculiarities of Azerbaijan Mineral Waters and Their Use in Health Tourism. Journal of Geology, Geography and Geoecology, 31(3): 566–574. <https://doi.org/10.15421/112253>

References

- Agakishiyeva G.R. 2020. Territorial Organization of Tourism in the Mountainous Regions of Azerbaijan (on the Example of Sheki-Zagatala, Guba-Khachmaz and Mountainous Shirvan Economic and Geographical Regions). Bulletin of the National Academy of Tourism, 4(56): 41–44 (in Russian).
- Allahverdiyev N.N. 1991. Ekonomicheskaya i sochialnaya geografiya Azerbaydzhanskoj Respubliki [Economic and Social Geography of the Azerbaijan Republic]. Baku, Publ. Maarif, 272 p.
- Budaqov B.A., Eminov Z.N., Merdanov I.E. 2006. Regularities of Distribution of Settlements on High-Altitude Belts in Azerbaijan. News of ANAS. Earth Sciences, 3: 89–97 (in Russian).
- Vavilova E.V. 2005. Osnovy mezhdunarodnogo turizma [Fundamentals of International Tourism]. Moscow, Publ. GARDARIKI, 160 p.
- Glushko A.A., Sazykin A.M. 2012. Geografiya turizma [Geography of Tourism]. Vladivostok, Publ. Dalnevostochnogo universiteta, 270 p.
- Dolzhenko G.P. 2009. Osnovy turizma [Fundamentals of Tourism]. Moscow–Rostov-on-Don, Publ. March, 319 p.
- Dunets A.N., Krupochkin E.P., Tabakaeva E.M., Kotelnikova A.V. 2023. Unmanned Aerial Vehicles for Analyzing the Behavior of Tourists on the "Biruzovaya Katun". Regional Geosystems, 47(1): 88–100 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-1-88-100>.
- Imrani Z.T., Asgarli G.F. 2023. Ecotourism Potential and Usage Opportunities of the Goygol National Park. Services in Russia and Abroad, 17(1): 147–155 (in Russian). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7793514>.
- Ismayilova E.A. 2022. Historical and Cultural Resources of the Ganja-Gazakh Economic-Geographical Region and Their Usage Expedients. Geographical Environment and Living Systems, 3: 120–132 (in Russian). <https://doi.org/10.18384/2712-7621-2022-3-120-132>
- Kuskov A.S. 2008. Turistskoye resursovedeniye [Tourist Resource Management]. Moscow, Publ. “Academy”, 208 p.



- Museyibov M.A. 1998. Fizicheskaya geografiya Azerbaydzhana [Physical Geography of Azerbaijan]. Baku, Publ. Maarif, 400 p.
- Soltanova G.B. 2015. Turizm v Azerbaydzhanskom Respublike i yeyo razvitiye [Tourism in the Republic of Azerbaijan and Its Development]. Baku, Publ. AzTU, 475 p.
- Ushakov D.S. 2010. Ekonomika turistskoy otrasli [Tourism Industry Economics]. Rostov-na-Donu, Publ. March, 446 p.
- Kharlamov S.V. 2017. Features of the Integration of Intracontinental Archaeological Objects in the Tourism Sphere (on the Example of the Altai territory). Culture in the Eurasian space: traditions and innovations, 1(1): 113–119 (in Russian).
- Ekonomika i organizatsiya turizma: mezhdunarodnyj turizm [Economics and organization of tourism: international tourism]. 2010. Ed. by I.A. Ryabova, Yu.V. Zabayev, Y.L. Dracheva. Moscow, Publ. KnoRus, 565 p.
- Agakishiyeva G.R., İsmayilova E.A. 2022. Contemporary Situation and Development Directions of the Cultural Tourism in the Mountainous Areas of Azerbaijan. Universidad & Sociedad. Revista multidisciplinar de la Universidad de Cienfuegos, 14(5): 256–263.
- Zeynalova K.Z. 2022. Physical-Chemical and Treatment Peculiarities of Azerbaijan Mineral Waters and Their Use in Health Tourism. Journal of Geology, Geography and Geoecology, 31(3): 566–574. <https://doi.org/10.15421/112253>

*Поступила в редакцию 11.01.2024;
поступила после рецензирования 20.03.2024;
принята к публикации 25.03.2024*

*Received January 11, 2024;
Revised March 20, 2024;
Accepted March 25, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Агакишиева Гюнеш Рафик, кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт географии им. акад. Г.А. Алиева Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджанская Республика

Оруджова Пакиза Афиг, преподаватель кафедры азербайджанской географии и технологии преподавания географии, Азербайджанский государственный педагогический университет, г. Баку, Азербайджанская Республика

Хансейидова Лала Сейидага, преподаватель кафедры регионоведения, Азербайджанский университет языков, г. Баку, Азербайджанская Республика

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Gunesh R. Agakishiyeva, Candidate of Geographical Sciences, Docent, Leading Researcher of Institute of Geography Named After Acad. H.A. Aliyev of Ministry of Science and Education of Azerbaijan Republic, Baku, Republic of Azerbaijan

Pakiza A. Orujova, Lecturer of Azerbaijani Geography and Geography Teaching Technology Department of Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Republic of Azerbaijan

Lala S. Xanseyidova, Lecturer of Regional Studies Department of Azerbaijan University of Languages, Baku, Republic of Azerbaijan



УДК 911.9; 502.35; 504
DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-162-173

Обеспеченность общественным транспортом Белгородской агломерации как фактор устойчивого развития

Разенков П.И., Корнилов А.Г.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: razenkov.pavel@yandex.ru

Аннотация. В статье проведено исследование города Белгорода и его пригородов на предмет обеспеченности селитебных пространств маршрутами общественного транспорта. Целью статьи является отражение сложившегося положения общественного транспорта в разных частях селитебной зоны Белгорода и районирование селитебной зоны по степени вовлечённости в маршрутную сеть города. Задача исследования заключается в картографировании маршрутов общественного транспорта и сопоставлении численности маршрутов, проходящих через конкретную селитебную территорию, для оценки степени вовлечённости данной территории в маршрутную сеть города. Число маршрутов определяет возможность перемещения в разные части города и пригорода. Проведены параллели между споровой застройкой пригородов американских городов и современной застройкой частного сектора в Белгороде. Обозначены недостатки сформированной селитебной застройки с точки зрения устойчивого развития и экологизации поселения. Составлены карты маршрутной сети общественного транспорта города, на тематической карте отражена интенсивность движения автобусов на разных участках дорожной сети. Дана оценка влияния плотности населения на степень обеспеченности автобусными маршрутами горожан. Проведено районирование селитебной территории города по степени доступности общественным транспортом. Определена численность населения, проживающего в условиях разной степени доступности общественного транспорта. Территории с высокой степенью обеспеченности общественным транспортом можно считать в большей степени соответствующими концепции устойчивого развития. Около 23,1 % населения города живут в условиях доступности общественного транспорта низких и ниже среднего.

Ключевые слова: селитебная зона, устойчивое развитие, спрл, доступность общественного транспорта, автомобилизация городской среды, пассажирооборот, транспортная мобильность

Для цитирования: Разенков П.И., Корнилов А.Г. 2024. Обеспеченность общественным транспортом Белгородской агломерации как фактор устойчивого развития. Региональные геосистемы, 48(2): 162–173. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-162-173

Provision of Public Transport Belgorod Agglomeration as the Factor of Sustainable Development

Pavel I. Razenkov, Andrey G. Kornilov

Belgorod National Research University,
85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: razenkov.pavel@yandex.ru

Abstract. The article conducted a study of the city of Belgorod and its suburbs regarding the provision of residential territories with public transport routes. The purpose of the article is to reflect the current situation of public transport in different parts of Belgorod residential area and zoning this residential territory according to the degree of involvement in the city's route network. The objective of the study is to map public transport routes and compare the number of routes passing through a specific residential area in order to assess the degree of involvement of this area in the city's route network. The number of

routes determines the possibility of moving to different parts of the city and suburbs. Parallels between the sprawl development of the suburbs of American cities and the modern development of the private sector in Belgorod are given. The shortcomings of the formed residential development from the point of view of sustainable development and greening of the settlement are identified. Maps of the route network of the city's public transport have been compiled; the thematic map reflects the intensity of bus traffic on different sections of the road network. An assessment of the influence of population density on the degree of provision of bus routes for citizens is made. The residential area of the city was zoned according to the degree of accessibility by public transport. The size of the population living in conditions of varying degrees of accessibility to public transport has been determined. Territories with a high degree of public transport can be considered more consistent with the concept of sustainable development. About 23.1 % of the city's population lives with low or below average access to public transport.

Keywords: residential area, sustainable development, sprawl, accessibility of public transport, motorization of the urban environment, passenger turnover, transport mobility.

For citation: Razenkov P.I., Kornilov A.G. 2024. Provision of Public Transport Belgorod Agglomeration as the Factor of Sustainable Development. *Regional geosystems*, 48(2): 162–173. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-162-173

Введение

В современных городах остро стоит проблема автомобилизации. С одной стороны, автомобиль – это комфортное средство передвижения для горожанина, с другой стороны, использование автомобиля несёт множество издержек для города: необходимость обеспечивать парковочные места, строительство крупных автомагистралей, способных вместить дневной автомобильный трафик, экологические издержки от выхлопных газов [Niglio, Comitale, 2015; Гришаева и др., 2018].

Современная урбанистическая наука сфокусирована на решении проблемы комфортного проживания человека в городе. Для решения данной проблемы необходимо снизить потребность человека в пользовании личным автомобилем [Трейвиш, 2016]. Карлосом Морено была разработана концепция 15-минутного города, предполагающая размещение всех необходимых человеку благ в пешей доступности от его места проживания. Однако не всё возможно разместить в шаговой доступности, для перемещений по городу предполагается использовать «устойчивый транспорт». Формирование удобной и повсеместной сети маршрутов общественного транспорта – одна из ключевых составляющих устойчивого развития города [Нотман, 2021; Moreno at al., 2021].

Американские города на протяжении XX века шли по пути автомобилизации, пытаясь воплотить в жизнь «американскую мечту», когда каждая семья живёт в отдельном частном доме и имеет 1–2 автомобиля. Реализация этой идеи привела к строительству крупного частного сектора вокруг городов (спрол) [Oueslati at al., 2015]. Относительно центра спрол является периферией и для связи с центром городские власти строят связующие автомагистрали [Чугунова и др., 2023]. В данной селитебной зоне низкая плотность населения, что усложняет развитие общественного транспорта, так как приходится возводить множество остановок, что увеличивает время в пути, или располагать остановки на большом расстоянии, что нельзя назвать доступным расположением [Pinna at al., 2018]. Любые передвижения по городу горожанин вынужден совершать на автомобиле, что повышает нагрузку на дорожную сеть и повышает загрязнение окружающей среды продуктами сгорания автомобильного топлива [Donchenko at al., 2016].

В Белгороде и Белгородской области с начала XXI века началось строительство частного сектора, аналогичного спролу. В данной статье авторы хотят обратить внимание на опыт зарубежных городов и спроецировать его на Белгород [Дорохов, Сеницын, 2020]. В городском планировании важно обращать внимание на ошибки зарубежных градостро-

ителей и не допускать аналогичные. На примере общественного транспорта Белгорода, рассмотрим селитебные территории города по принципу доступности и возможности перемещения людей в разные части города.

Цель статьи – районирование селитебной зоны города по принципу обеспеченности территории маршрутами общественного транспорта, поскольку данный фактор существенно влияет на стремление горожан пользоваться личным автомобилем. Устойчивое развитие города предполагает снижение использования личного автомобиля для передвижения в пределах городской черты.

Объекты и методы исследования

Устойчивое развитие транспорта предполагает повышение пользования общественным транспортом для экономии ресурсов и снижения загрязнения окружающей среды, однако для выполнения поставленной задачи, общественный транспорт должен удовлетворять потребности горожан в перемещении [Stawiarska, Sobczak, 2018]. По данной причине в статье рассматривается доступность общественного транспорта для селитебных зон города, где формируется спрос на перемещение.

Объектом исследования выступает селитебная зона города Белгорода. Для определения числа жителей, проживающих в условиях низкой или высокой доступности общественного транспорта, необходимо иметь представление о числе жителей в разных частях города. Нами будут использоваться данные из исследования «Дифференциация плотности населения в пределах крупного города для выявления уровня антропогенной нагрузки (на примере Белгорода)». Также картосхема из данного исследования.

На рис. 1 числами обозначен ранг территории по площади по убыванию площадной характеристики от 1 до 60.

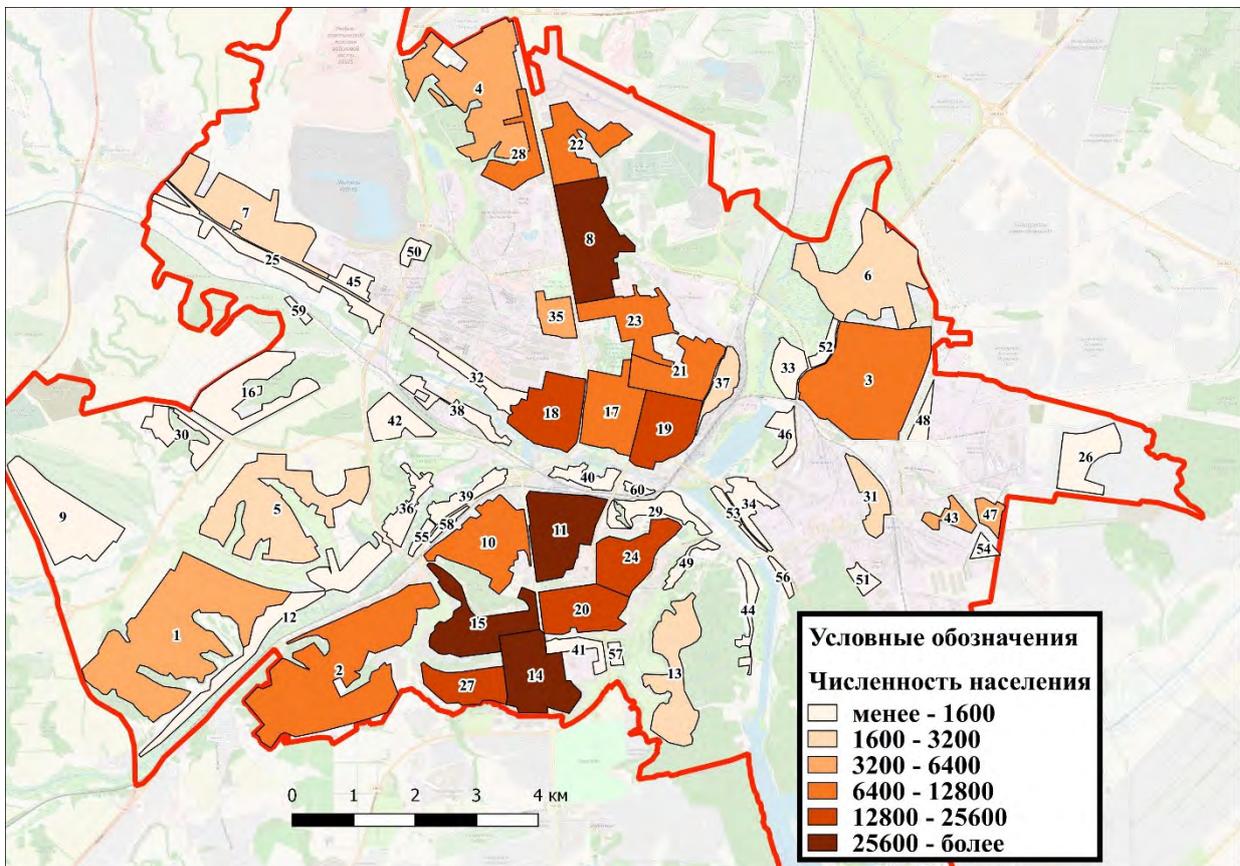


Рис. 1. Численность населения в элементах селитебной зоны города [Разенков, Корнилов, 2023]
Fig. 1. The population in the elements of the residential area of the city [Razenzov, Kornilov, 2023]

В исследовании использовались статистические данные и данные дистанционного зондирования города. Картографический материал составлен в программе *Q-ГИС*. При составлении карты «Интенсивность маршрутной сети» линии картографировались исходя из числа маршрутов, проходящих через конкретную остановку, и далее линия соединялась с соседними остановками. Толщиной линий показано число маршрутов пересекающих определённую дорогу. При сопоставлении карты интенсивности маршрутной сети и карты селитебной зоны города возможно оценить степень вовлечённости каждого элемента селитебной зоны в маршрутную сеть города. Для определения взаимовлияния автомобилизации и пассажирооборота городских автобусов составлен график по данным Росстата, демонстрирующий сформировавшиеся с 2000 года тренды. При определении степени обеспеченности селитебной зоны общественным транспортом были разработаны критерии (всего 5), при помощи которых проведено её районирование по принципу вовлечённости в городскую маршрутную сеть, от низкой до высокой. Это разделение даёт нам пространственное понимание городских зон, не соответствующих концепции устойчивого развития, а данные о плотности населения и особенностях застройки позволяют разобраться в причинах неравномерной интенсивности общественного транспорта.

С использованием анализа отечественных и зарубежных научных работ, выявлены особенности развития селитебной зоны Белгорода. Основываясь на имеющихся данных, сделаны выводы и рекомендации, способствующие в дальнейшем формированию транспортной системы, соответствующей концепции устойчивого развития.

Результаты и их обсуждение

Каждый городской муниципалитет в современной России стоит перед выбором – как развивать город. Есть два направления – автомобилецентричное и развитие общественного транспорта. Автомобилецентричное развитие предполагает активное строительство автомагистралей, парковок (около дома и повсеместно) для комфортной поездки в автомобиле. Данный подход подталкивает население приобретать личный автомобиль для любых передвижений по городу, что провоцирует пробки, и как следствие повышение антропогенной нагрузки на окружающую среду [Yigitcanlar at al., 2008].

Развитие общественного транспорта в шаговой доступности способствует отказу от постоянного использования личного автомобиля. Если человек может доехать в любую точку города без определённых трудностей, необходимость самому садиться за руль снижается [Anas, Lindsey, 2011; Garau at al., 2016]. Однако это при условии комфортного и доступного общественного транспорта. Успехов в данном направлении достиг город Париж. На рис. 2 отображены 2 тренда, сформировавшиеся с 2000 года в Белгородской области. Используются данные по Белгородской области, поскольку отсутствует статистика по городу Белгороду, однако это допущение существенно не снижает репрезентативность исследования, поскольку их можно интерполировать на Белгород. На графике рис. 2 отчётливо прослеживается формирование двух трендов – рост автомобилизации и снижение пользования общественным транспортом. С 2000 года, в расчёте на 1000 человек владельцев, число владельцев автомобилей возросло с 136,5 – до 336,3. Примерно с 2017 года можно заметить боковое движение графика, что говорит нам о завершении роста автомобилизации на данный момент. В 2019 году завершилось снижение пассажирооборота, а к 2022 году наблюдается незначительный рост данного показателя. Комфортный и доступный общественный транспорт – неотъемлемая часть концепции устойчивого развития города. Особенность маршрутной сети Белгорода отражена на рис. 3.

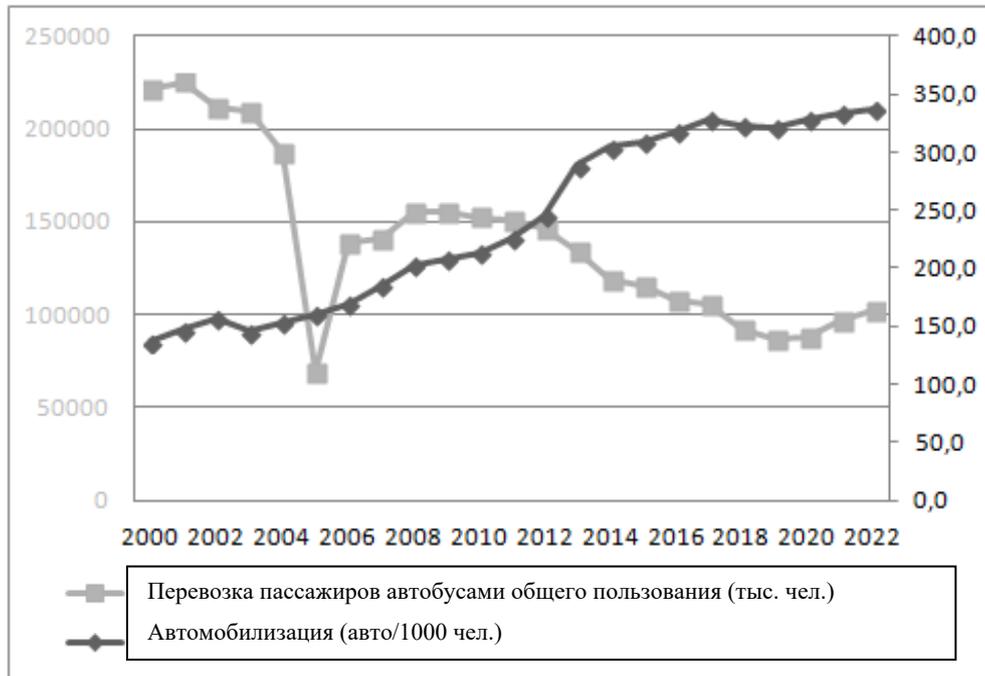


Рис. 2. График взаимосвязи автомобилизации и пассажирооборота в Белгородской области
Fig. 2. Graph of the relationship between motorization and passenger traffic in the Belgorod region

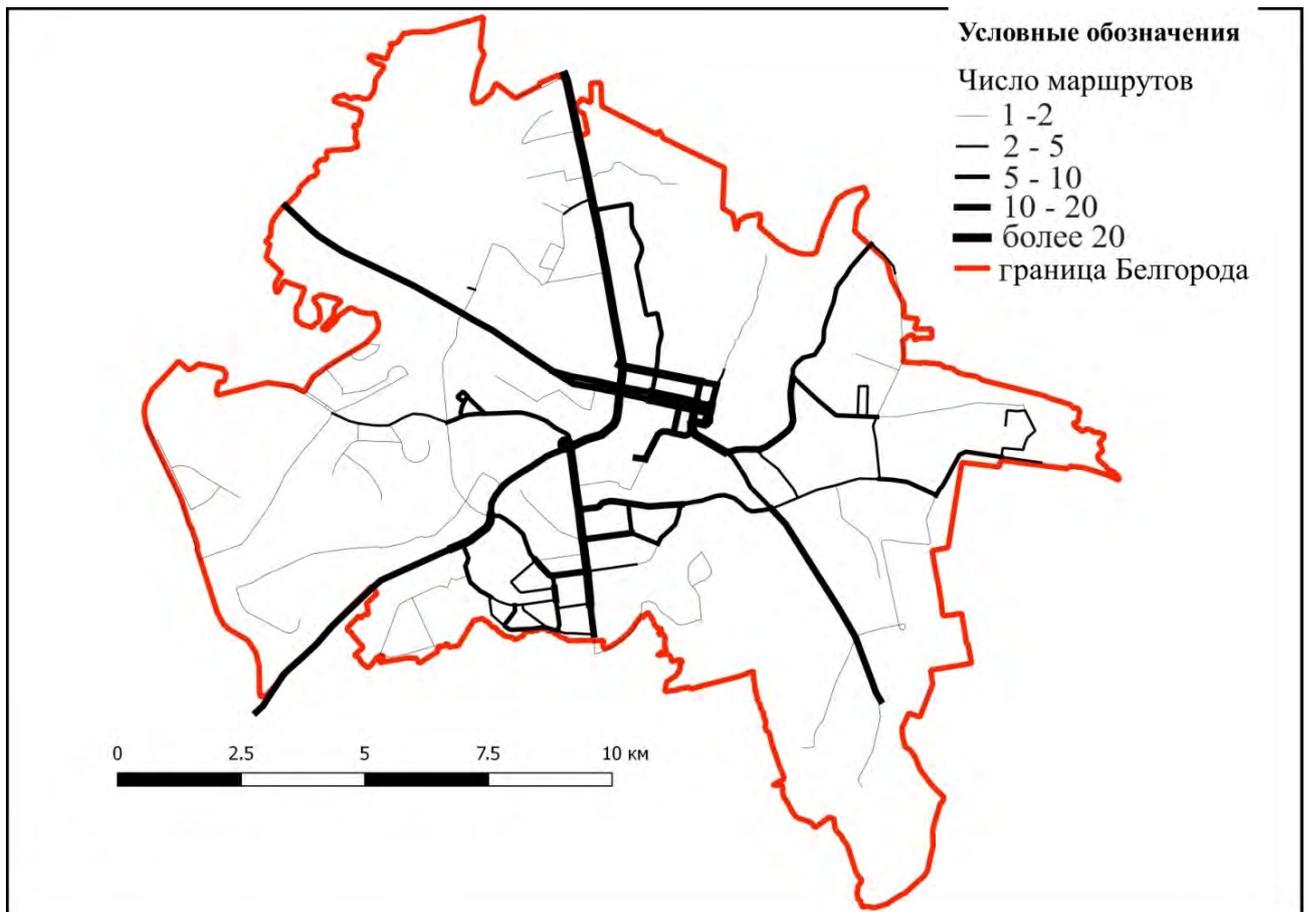


Рис. 3. Интенсивность маршрутной сети Белгорода
Fig. 3. The intensity of the Belgorod route network

Толщина маршрутных линий отражает число маршрутов, пересекающих определённую дорогу. Маршруты формируются из потребностей населения в перемещении по городу, следовательно, по выделенным дорогам также происходит и интенсивное частное автомобильное движение. Самые тонкие линии (1–2 маршрута) проходят по частному сектору города, где низкая плотность населения, и эффективность общественного транспорта снижается. Некоторые толстые линии, выходящие за пределы города, показывают маршруты в направлении населённых пунктов, входящих в Белгородскую агломерацию. Прилегание селитебных зон к таким транзитным дорогам повышает доступность общественного транспорта для населения [Чугунова и др., 2013].

Высокая плотность населения повышает рентабельность автобусов, что важно в условиях рыночной экономики, ведь предприятия, работающие в убыток, долго не живут [Зубаревич, 2010]. Данное обстоятельство и формирует повышенное число маршрутов в селитебных территориях с высокой плотностью населения и малое число маршрутов в частном секторе с низкой плотностью населения. Также в данной ситуации важно географическое положение – вблизи центра с развитой инфраструктурой селитебная зона даже с низкой плотностью населения будет более обеспеченной, нежели территория с такой же плотностью населения, расположенная на периферии [Разенков и др., 2021].

Для полноценного представления маршрутной сети Белгорода на рис. 4 показана схема движения городских автобусов.



Рис. 4. Схема движения городских автобусов Белгорода
Fig. 4. Traffic pattern of Belgorod city buses

Можно заметить, что автобусные маршруты выходят далеко за пределы городской черты и охватывают значительные территории, в особенности юго-западного и северо-восточного направления. В большинстве случаев периферийные населённые пункты обслуживают 1–2 маршрута, что говорит о их низкой степени вовлечённости в маршрутную сеть Белгорода. Расстояния в несколько десятков километров (самый длинный маршрут 65,6 км) со всеми остановками преодолеть проще на собственном автомобиле, что стимулирует население к покупке автомобиля. Скорость перемещения в пункт назначения играет не последнюю роль при выборе способа поездки.

Население Белгородского района 191 744 человек, при уровне автомобилизации 336,3 авто /1000 человек, это составляет 64 483 автомобилей дополнительной нагрузки на инфраструктурную сеть города и экологический каркас. Поэтому в отношении Белгорода и Белгородского района, тактике расселения населения следует предпочесть тактику концентрации. Повышение плотности населения способствует возможности организации удобной маршрутной сети, даже с пригородами.

Определив размещение селитебных зон города относительно маршрутной сети общественного транспорта (табл. 1), можно провести районирование селитебных территорий по принципу доступности общественного транспорта (рис. 5).

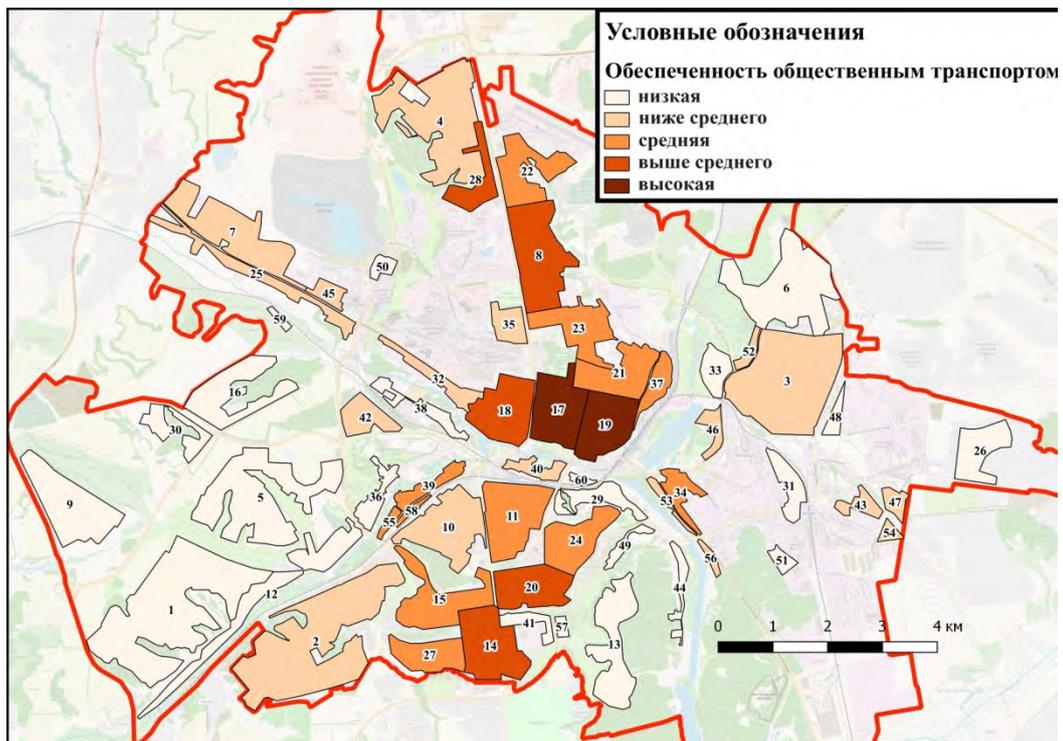


Рис. 5. Степень обеспеченности общественным транспортом селитебных зон Белгорода
Fig. 5. The degree of availability of public transport in residential areas of Belgorod

На рис. 5 показана высокая (выше среднего, средняя) обеспеченность общественным транспортом в центральной части города с направлением север – юг. В северной и южной частях города сконцентрирована большая часть населения города, что и обуславливает необходимость большого числа маршрутов. В периферийных частях города (запад, восток) население преимущественно проживает в частных домах, на некоторых участках селитебной зоны, встречается многоквартирная застройка, что говорит о низкой плотности населения в этих районах. Плотность и численность населения определяют спрос на перемещение, соответственно на маршруты общественного транспорта [Požani, Stead, 2015].

Таблица 1
Table 1Критерии районирования селитебной зоны Белгорода
по показателю обеспеченности общественным транспортом
Criteria for the zoning of the residential zone of Belgorod in terms of public transport availability

Обеспеченность	Характеристика
Низкая	Маршрутная сеть покрывает лишь часть селитебной зоны и включает в себя 1–2 маршрута. Как правило, территории расположены периферийно относительно городского центра.
Ниже среднего	Маршрутная сеть покрывает лишь часть территории, однако близость к крупным дорожным магистралям повышает обеспеченность общественным транспортом. Непосредственно внутри селитебной зоны могут заходить 2–3 маршрута, однако по ближайшим магистралям проходит большее число маршрутов.
Средняя	Маршрутные остановки находятся в шаговой доступности для горожан. Близость к центру концентрации населения и соседство с крупными дорожными магистралями способствуют повышению доступности общественного транспорта. Повышается густота и вовлечённость селитебной зоны в городскую маршрутную сеть. От 3 до 8 маршрутов.
Выше среднего	У жителей данных частей города в шаговой доступности расположена остановка, с которой можно уехать по 8–38 маршрутам почти в любую часть города и пригорода.
Высокая	Центральная часть города, где в наибольшей степени развит общественный транспорт. Большинство остановок имеет от 20 до 57 направлений движения.

Географическое положение в данной ситуации играет важную роль, поскольку даже если территория не обладает высокой плотностью населения, но располагается вблизи крупных дорожных магистралей или между территориями с высокой плотностью населения, или вблизи высоко обеспеченных зон, это повышает обеспеченность общественным транспортом данной территории.

Используя данные о численности населения в выделенных на рис. 4 ареалах, можно сгруппировать горожан по обеспеченности общественным транспортом (табл. 2). Таблица составлена исходя из картосхемы (см. рис. 5). Имея данные о численности населения в каждой выделенной части селитебной зоны и степени обеспеченности данного пространства маршрутами общественного транспорта, возможно выявить численность населения, проживающего в условиях с разной доступностью общественного транспорта.

Таблица 2
Table 2Обеспеченность населения г. Белгорода общественным транспортом
Provision of the population of Belgorod with public transport

Степень обеспеченности общественным транспортом	Численность населения, чел.	Доля группы в общей численности населения, %
Низкая	25 675	7,7
Ниже среднего	51 460	15,4
Средняя	121 290	36,4
Выше среднего	107 184	32,1
Высокая	28 083	8,4

Большая часть населения проживает в зонах города со средней доступностью общественного транспорта. Поскольку данные территории расположены вблизи централь-



ной части города и характеризуются высокой плотностью населения [Разенков, Корнилов, 2023], вполне возможно повышение транспортной доступности этих территорий посредством создания новых или оптимизации существующих маршрутов.

Территории с низким и ниже среднего показателем доступности отличаются низкой плотностью населения и повышенного спроса на общественный транспорт там сложно добиться. Удельную востребованность общественного транспорта здесь, возможно, удалось бы увеличить, лишь постепенно повышая плотность населения посредством возведения многоквартирных домов. Периферийное положение усугубляет ситуацию на данной территории. Точно можно сказать, что разрастание города вширь путём строительства крупного частного сектора (спрора) не самая удачная идея, поскольку стимулирует горожан пользоваться не общественным транспортом, а личным автомобилем [Cervero, 2014].

Представленные выше картосхемы отражают неравномерность в развитии общественного транспорта и указывают на отстающие и развитые части селитебной зоны города.

Заключение

В ходе исследования выявлено 2 тренда, сформировавшихся с 2000 года на территории Белгородской области: рост частного автотранспорта и снижение пассажирооборота общественного транспорта. Население стало чаще использовать личный автомобиль для перемещений, что не вписывается в концепцию устойчивого развития, которая предполагает снижение загрязнения окружающей среды и повышение комфортности жизни горожан посредством эффективного и доступного общественного транспорта.

Определена зависимость между степенью развитости территории и её транспортной доступностью – в первую очередь, высокая плотность населения обеспечивает спрос на услуги общественного транспорта, и чем больше соседствующих территорий с высокой плотностью населения, тем выше доступность общественного транспорта. В тоже время периферийные территории, преимущественно представленные частным сектором, не создают достаточно высокого спроса для формирования густой маршрутной сети.

Селитебные пространства города были дифференцированы, исходя из их вовлечённости в маршрутную сеть, на 5 категорий. Проведено районирование селитебной зоны города по степени обеспеченности маршрутами общественного транспорта. Имея данные о численности населения в выделенных секторах города, стало возможным определить процентное соотношение населения, проживающего в тех или иных условиях доступности транспорта. Около 40,5 % населения проживают в условиях высокой и выше среднего доступности общественного транспорта, однако 23,1 % живут в условиях низкой и ниже среднего обеспеченности. В исследовании не проводилось картографирование пригородной зоны Белгорода, поскольку отсутствуют данные о численности населения в отдельных частях агломерации, однако, исходя из картосхемы движения городских автобусов, обеспеченность общественным транспортом за пределами Белгорода снижается. За исключением крупных населённых пунктов, в основном конечные остановки включают 1 или 2 маршрута.

Список литературы

- Гришаева Ю.М., Матанцева О.Ю., Спирин И.В., Савосина М.И., Ткачева З.Н., Васин Д.В. 2018. Устойчивое развитие транспорта в городах России: опыт и актуальные задачи. Юг России: экология, развитие, 13 (4): 24–46. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2018-4-24-46>.
- Дорохов Р.А., Сеницын Н.А. 2020. Спрол в России: рост и структурная трансформация пригородов Белгорода. Известия Российской академии наук. Серия географическая, 84(2): 191–206. <https://doi.org/10.31857/S2587556620020053>.
- Зубаревич Н.В. 2010. Города как центры модернизации экономики и человеческого капитала. Общественные науки и современность, 5: 5–19.

- Нотман О.В. 2021. Концепция 15-минутного города как основа устойчивой модели развития мегаполиса в условиях современных рисков. *Урбанистика*, 3: 73–85. <https://doi.org/10.7256/2310-8673.2021.3.35086>.
- Разенков П.И., Корнилов А.Г. 2023. Дифференциация плотности населения в пределах крупного города для выявления уровня антропогенной нагрузки (на примере Белгорода). *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле*, 23(3): 168–175. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2023-23-3-168-175>.
- Разенков П.И., Лопина Е.М., Шульгин В.М., Жидких Д.В. 2021. Функционально-планировочное зонирование города как инструмент социально-экономического развития и геоэкологической оценки. *Московский экономический журнал*, 10: 73–86. <https://doi.org/10.24412/2413-046X-2021-10629>.
- Трейвиш А.И. 2016. Сельско-городской континуум: судьба представления и его связь с пространственной мобильностью населения. *Демографическое обозрение*, 3(1): 52–70. <https://doi.org/10.17323/demreview.v3i1.1763>.
- Чугунова Н.В., Полякова Т.А., Лихневская Н.В. 2013. Развитие системы городского расселения Белгородской области. *География и природные ресурсы*, 1: 112–118.
- Чугунова Н.В., Полякова Т.А., Морковская Д.Н., Ткачев Е.В. 2023. Поляризация пространства староосвоенного региона как фактор «сжатия». На материалах Белгородской области. *Региональные геосистемы*, 47 (2): 226–237. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-2-226-237>.
- Anas A., Lindsey R. 2011. Reducing Urban Road Transportation Externalities: Road Pricing in Theory and in Practice. *Review of Environmental Economics and Policy*, 5(1): 66–88. <https://doi.org/10.1093/reep/req019>.
- Cervero R. 2014. Transport Infrastructure and the Environment in the Global South: Sustainable Mobility and Urbanism. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 25(3): 174–191. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2015.25.3.1>.
- Donchenko V., Kunin Y., Ruzski A., Barishev L., Trofimenko Y., Mekhonoshin V. 2016. Estimated Atmospheric Emission from Motor Transport in Moscow Based on Transport Model of the City. *Transportation Research Procedia*, 14: 2649–2658. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.423>.
- Garau C., Masala F., Pinna F. 2016. Cagliari and Smart Urban Mobility: Analysis and Comparison. *Cities*, 56(1): 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.02.012>.
- Moreno C., Allam Z., Chabaud, D., Gall C., Pratlong F. 2021. Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities*, 4(1): 93–111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>.
- Niglio R., Comitale P.P. 2015. Sustainable urban mobility towards smart mobility: The case study of Bari area, Italy. *TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 8(2): 219–234. <https://doi.org/10.6092/1970-9870/3009>.
- Oueslati W., Alvanides S., Garrod G. 2015. Determinants of Urban Sprawl in European Cities. *Urban Studies*, 52(9): 1594–1614. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2397141>.
- Stawiarska E., Sobczak P. 2018. The Impact of Intelligent Transportation System on the Sustainable Growth of Passenger Transport in EU Regions. *Sustainability*, 10(5): 1318. <https://doi.org/10.3390/su10051318>.
- Pinna F., Masala F., Garau C. 2018. Urban Policies and Mobility Trends in Italian Smart Cities. *Sustainability*, 9: 494. <https://doi.org/10.3390/su9040494>.
- Pojani D., Stead D. 2015. Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities. *Sustainability*, 7: 7784–7805. <https://doi.org/10.3390/su7067784>.
- Yigitcanlar T., Fabian L., Coiacetto E. 2008. Challenges to Urban Transport Sustainability and Smart Transport in Atourist City: The Gold Coast. *The Open Transportation Journal*, 2(1): 29–46. <https://doi.org/10.2174/1874447800802010029>.

References

- Grishaeva Yu.M., Matantseva O.Yu., Spirin I.V., Savosina M.I., Tkacheva Z.N., Vasin D.V. 2018. Sustainable Development of Transportation in the Cities of Russia: Experience and Priorities. South of Russia: ecology, development, 13(4): 24–46 (in Russian). <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2018-4-24-46>



- Dorokhov R.A., Sinitsyn N.A. 2020. Sprawl in Russia: Growth and Structural Transformation of the Belgorod Suburbs. *Regional Research of Russia*, 10(2): 247–259 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2587556620020053>.
- Zubarevich N.V. 2010. Cities as Centers of Modernization of Economy and Human Capital. *Social Sciences and Contemporary World*, 5: 5–19 (in Russian).
- Notman O.V. 2021. The Concept of 15-Minute City as the Basis for the Model of Sustainable Development of a Megacity in Terms of Modern Risks. *Urban Studies*, 3: 73–85 (in Russian). <https://doi.org/10.7256/2310-8673.2021.3.35086>.
- Razenkov P.I., Kornilov A.G. 2023. Differentiation of Population Density within a Large City to Identify the Level of Anthropogenic Load (on the Example of Belgorod). *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 23 (3): 168–175 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2023-23-3-168-175>
- Razenkov P.I., Lopina E.M., Shul'gin V.M., Zhidkikh D.V. 2021. Functional City Zoning as the Instrument of Socio-Economic Development and Geo-Ecological Examination. *Moscow economic journal*, 10: 73–86 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2413-046X-2021-10629>.
- Treyvish A.I. 2016. The Rural-Urban Continuum: the Destiny of the Notion and Its Link to the Spatial Mobility of Population. *Demographic Review*, 3(1): 52–70 (in Russian). <https://doi.org/10.17323/demreview.v3i1.1763>.
- Chugunova N.V., Polyakova T.A., Likhnevskaya N.V. 2013. The Development of the Urban Settlement System in Belgorod Oblast. *Geography and Natural Resources*, 34(1): 55–60 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S1875372813010083>.
- Chugunova N.V., Polyakova T.A., Morkovskaya D.N., Tkachev E.V. 2023. Polarization of the Space of the Old-Developed Region as a Factor of "Compression". *Regional Geosystems*, 47(2): 226–237 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-2-226-237>.
- Anas A., Lindsey R. 2011. Reducing Urban Road Transportation Externalities: Road Pricing in Theory and in Practice. *Review of Environmental Economics and Policy*, 5(1): 66–88. <https://doi.org/10.1093/reqp/req019>.
- Cervero R. 2014. Transport Infrastructure and the Environment in the Global South: Sustainable Mobility and Urbanism. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 25(3): 174–191. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2015.25.3.1>.
- Donchenko V., Kunin Y., Ruzski A., Barishev L., Trofimenko Y., Mekhonoshin V. 2016. Estimated Atmospheric Emission from Motor Transport in Moscow Based on Transport Model of the City. *Transportation Research Procedia*, 14: 2649–2658. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.423>.
- Garau C., Masala F., Pinna F. 2016. Cagliari and Smart Urban Mobility: Analysis and Comparison. *Cities*, 56 (1): 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.02.012>.
- Moreno C., Allam Z., Chabaud, D., Gall C., Pralong F. 2021. Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities*, 4(1): 93–111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>.
- Niglio R., Comitale P.P. 2015. Sustainable urban mobility towards smart mobility: The case study of Bari area, Italy. *TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 8(2): 219–234. <https://doi.org/10.6092/1970-9870/3009>.
- Oueslati W., Alvanides S., Garrod G. 2015. Determinants of Urban Sprawl in European Cities. *Urban Studies*, 52 (9): 1594–1614. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2397141>.
- Stawiarska E., Sobczak P. 2018. The Impact of Intelligent Transportation System on the Sustainable Growth of Passenger Transport in EU Regions. *Sustainability*, 10(5): 1318. <https://doi.org/10.3390/su10051318>.
- Pinna F., Masala F., Garau C. 2018. Urban Policies and Mobility Trends in Italian Smart Cities. *Sustainability*, 9: 494. <https://doi.org/10.3390/su9040494>.
- Pojani D., Stead D. 2015. Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities. *Sustainability*, 7: 7784–7805. <https://doi.org/10.3390/su7067784>.
- Yigitcanlar T., Fabian L., Coiacetto E. 2008. Challenges to Urban Transport Sustainability and Smart Transport in Atourist City: The Gold Coast. *The Open Transportation Journal*, 2(1): 29–46. <https://doi.org/10.2174/1874447800802010029>.



*Поступила в редакцию 17.04.2024;
поступила после рецензирования 30.05.2024;
принята к публикации 05.06.2024*

*Received April 17, 2024;
Revised May 30, 2024;
Accepted June 05, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Разенков Павел Игоревич, аспирант кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Корнилов Андрей Геннадьевич, доктор географических наук, заведующий кафедрой географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pavel I. Razenkov, Post-graduate student of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety of Institute of Earth Sciences, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Andrey G. Kornilov, Professor of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety of Institute of Earth Sciences, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia



УДК 911.2
DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-174-184

Рекреационно-геоморфологическое районирование Ленинградской области

Гаврик А.В.

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
Россия, 191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, 48
E-mail: v.gavrik@inbox.ru

Аннотация. В работе рассматривается рельеф Ленинградской области как основа рекреационного природопользования с позиции рекреационно-геоморфологических исследований. На основании характеристик рельефа определяются возможные для реализации рекреационные занятия, рассчитывается рекреационно-геоморфологический потенциал и проводится рекреационно-геоморфологическое районирование как пространственное распределение данного показателя. Объектом исследования выступает рельеф Ленинградской области, предметом – его рекреационный потенциал. По результатам исследования стало возможным выделение трех рекреационно-геоморфологических районов: Северного, Западного и Восточного. Наибольшим георазнообразием обладает Северный район, благодаря чему на его территории возможна реализация большого числа рекреационных занятий. Западный район обладает потенциалом к лечебной рекреации. Потенциал Восточного района заключается в спортивной и познавательной рекреации.

Ключевые слова: рекреационно-геоморфологический анализ, рекреационно-геоморфологический потенциал, рекреационно-геоморфологическое районирование, рекреационные ресурсы, Ленинградская область

Для цитирования: Гаврик А.В. 2024. Рекреационно-геоморфологическое районирование Ленинградской области. Региональные геосистемы, 48(2): 174–184. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-174-184

Recreational-Geomorphological Zoning of Leningrad Region

Agatha V. Gavrik

Herzen State Pedagogical University of Russia
48 Moika Embankment, St. Petersburg, 191186, Russia
E-mail: v.gavrik@inbox.ru

Abstract. The paper examines the relief of Leningrad region as the basis for recreational environmental management. Based on the characteristics of the relief, recreational activities possible for implementation are determined, the recreational-geomorphological potential is calculated, and recreational-geomorphological zoning is carried out as the spatial distribution of this indicator. The object of the study is the relief of Leningrad region, the subject is its recreational potential. Based on the results of the study, three recreational and geomorphological regions can be distinguished: Northern, Western and Eastern. The Northern region has the largest number of recreational offerings due to its high geodiversity. The Western region has prospects for the development of therapeutic recreation based on climate, thermal and mineral water resources. The Eastern region, currently least involved in recreation, has geomorphological resources for the development of sports and educational recreational activities: they can be based on Vepsian Upland.

Keywords: recreational-geomorphological analysis, recreational-geomorphological potential, recreational-geomorphological zoning, recreational resources, Leningrad region

For citation: Gavrik A.V. 2024. Recreational-Geomorphological Zoning of Leningrad Region. Regional geosystems, 48(2): 174–184 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-174-184

Введение

Пространственное разнообразие позволяет реализовывать различные рекреационные занятия, согласуясь с потребностями рекреанта, учитывая при этом современные тренды на экологизацию социального сознания. Одним из факторов возникновения пространственного разнообразия является геоморфологическое строение территории. На основании заключения А.В. Бредихина [2010] о двойственной роли рельефа в рекреационной деятельности – в качестве условия и в качестве ресурса, базируются рекреационно-геоморфологические исследования. Рассмотрение территории в традициях отечественной школы происходит комплексно [Абдуллаева, Бредихин, 2018; Мишурицкий, Бредихин, 2019]. Математическая модель данных исследований включает в себя, как правило, два компонента в лице расчета аттрактивности (привлекательности) территории и ее комплексной геоморфологической безопасности. Основанные на ней расчеты рекреационно-геоморфологического потенциала представляют собой информацию описательного характера и могут служить основой для создания схем рекреационно-геоморфологического районирования как пространственного распределения данного показателя.

Ленинградская область является перспективным рекреационным пространством. В первую очередь это определяется ее физико-географическим положением на границе двух физико-географических стран – Фенноскандии и Русской равнины. На современный рельеф существенное влияние также оказали четвертичные оледенения. Также данный регион интересен с позиции туристско-рекреационных исследований благодаря близкому расположению Санкт-Петербургской агломерации. В связи с ростом численности населения на территории города возрастает спрос на предложения для недельного и квартально-рекреационных циклов, поскольку область является ближайшим для него рекреационным пространством. При этом фактор транспортной доступности играет огромную роль, поскольку лишь уникальные рекреационные предложения способны привлечь рекреантов в наиболее удаленные районы [Лимонина, 2008].

Проведенные ранее исследования Ленинградской области в данном направлении включали в себя оценку геоморфологических памятников [Блинова, 2015], рассмотрение территории с точки зрения природного наследия [Зелюткина, Гаврик, 2021], общую оценку аттрактивности рельефа [Гаврик, 2022] и расчет рекреационно-геоморфологического потенциала [Гаврик, 2023]. Логичным продолжением проведенных исследований является создание схемы рекреационно-геоморфологического районирования.

Объекты и методы исследования

Метод рекреационно-геоморфологического анализа является основным методом рекреационно-геоморфологических исследований. В случае рассмотрения большой территории в виде Ленинградской области, целесообразно осуществление его в несколько этапов: геоморфологическая характеристика территории и оценка геоморфологической безопасности территории (ГБТ), определение возможных для реализации рекреационных занятий, расчет рекреационно-геоморфологического потенциала (РГП), создание схемы рекреационно-геоморфологического районирования.

Территория Ленинградской области охватывает два крупных структурно-геологических района – южную оконечность Балтийского кристаллического щита и северо-западную часть Русской плиты. Север Карельского перешейка выделяется в самостоятельную орографическую и геоморфологическую единицу благодаря своему геологическому строению. Породы, слагающие осадочный чехол, залегают со слабым наклоном юго-восточного



направления, поверхность представляет собой ступенчатую равнину куэстового типа. Наиболее низкой ее частью является Предглинтовая низменность, ограниченная с юга Балтийско-Ладожским уступом (глинтом), являющимся склоном Ордовикского плато. С юга Ордовикское плато ограничивает поверхность главного девонского поля, имеющего наклон в сторону долины реки Волхов. С востока к нему примыкает Карбоновое плато, ограниченное с запада Карбоновым уступом. Современный рельеф моногенетичен, на его формирование оказали влияние плейстоценовые оледенения в совокупности с процессами трансгрессии и регрессии Ладожского и Балтийского водоемов. В общем виде территория представляет собой пологохолмистую равнину.

Для разделения геоморфологического целого на части для более детального рассмотрения требуется обращение к геоморфологическому районированию. Наиболее исчерпывающая информация по данному вопросу представлена в работе «Геоморфология и четвертичные отложения Северо-Запада Европейской части СССР: Ленинградская, Псковская и Новгородская области» [Геоморфология и четвертичные..., 1969] – исследуемая авторами территория разделяется на самые маленькие таксономические ранги в виде 23 геоморфологических районов. Результаты многолетних исследований представлены в виде схемы геоморфологического районирования (авторы Д.Б. Малаховский, А.Л. Буслович и И.П. Баканова), созданной в 1967 году. Исследуемый регион подразделяется на две провинции: провинцию денудационного рельефа, к которой относится самая северная часть Карельского перешейка, и провинцию аккумулятивного ледникового рельефа, в рамках которой выделяются зона краевых ледниковых образований, проксимальная и дистальная зоны, это позволяет утверждать, что на территории области представлены все формы ледниковой аккумуляции.

Одним из свойств рельефа является устойчивость как способность не реагировать на внешние воздействия. В связи с этим возникает понятие геоморфологической безопасности территории как состояния защищенности природно-социальных систем. В разрезе рекреационно-геоморфологических исследований можно говорить о рекреационно-геоморфологических рисках, возникающих вследствие современных геоморфологических процессов. Исследование С.И. Большова и его коллег [2016] по комплексной мелкомасштабной оценке геоморфологической безопасности России говорит о том, что территория Ленинградской области обладает очень высоким значением показателя геоморфологической безопасности для хозяйственного освоения в целом – он равен 1. На основании этого можно утверждать, что рекреационно-геоморфологические риски также будут минимальны.

Геоморфологическая характеристика территории является составляющей природных условий функционирования рекреации определяющих спектр возможных к реализации рекреационных занятий. На основании классической типологии рекреационных занятий Воскресенского [Мироненко, Твердохлебов, 1981], дополненной А.В. Бредихиным [2008], был определен перечень занятий, развитие которых возможно в геоморфологическом пространстве Ленинградской области. Перечень представлен в табл. совместно с предъявляемыми требованиями к природной среде для реализации возможных занятий, основанной на аналогичной работе А.В. Бредихина [2008] и дополненной региональными особенностями исследуемой территории.

Для расчета привлекательности (аттрактивности) рельефа был использован коэффициент пригодности территории [Бредихин, 2008]:

$$K_{\text{пр}} = \frac{C\Phi_{\text{м}}}{C\Phi_{\text{р}}}$$

где $K_{\text{пр}}$ – коэффициент пригодности; $C\Phi_{\text{м}}$ – сумма функций местности; $C\Phi_{\text{р}}$ – сумма функций региона.

Базовые свойства рельефа для рекреационных систем Ленинградской области
Basic properties of relief for recreational systems of the Leningrad region

Тип рекреационног о занятия	Подтип рекреационного занятия	Общая характеристика	Морфография	Морфометрия	Гидрологи- ческие объекты			Пейзажность	Уникальность
					Река	Озеро	Море		
Познавательна я рекреация	Природно- познавательная	ООПТ любого статуса, одним из объектов охраны которого являются объекты геолого- геоморфологической природы.						+	+
	Культурно- познавательная	ООПТ любого статуса, одним из объектов охраны которого являются объекты геолого- геоморфологической природы, имеющие культурно-историческую ценность.							+
Оздоровительна я рекреация	Прогулочно- созерцательная	Проходимые пространства						+	
	Пляжно- купальная	Гидрологический объект, оптимальное условие: удобный подход к урезу воды.	+	+	+	+	+		
Лечебная рекреация	Климатолечение	Приморское положение					+		
	Бальнеология	Гидрогеологические и грунтовые условия	+	+					
Спортивная рекреация	Трекинг	Проходимые пространства						+	
	Горнолыжная	Высота склона от 30 м	+	+					
	Скалолазание	Выходы скальных пород	+	+					

Применение данного коэффициента возможно, если принять сумму функций региона за сумму всех возможных для реализации рекреационных занятий на исследуемой территории, а понятие местности применить к геоморфологическому району. Исходными данными для оценки послужили атлас Ленинградской области [Атлас..., 2022], комплекты государственной геологической карты (листы Р-(35), Р-36, О-35, N 35, О-36) [Государственная геологическая карта..., 2012; Государственная геологическая карта..., 2015; ГИС-Атлас..., 2022], описания геоморфологических районов [Геоморфология и четвертичные..., 1969], спутниковые снимки, полученные с помощью модуля *Quick Map Services* в геоинформационной системе *QGIS*. Для выполнения рекреационно-геоморфологического анализа была построена пространственная база данных в геоинформационной системе *QGIS*, где приведенные выше источники данных были использованы в качестве базовых слоев для оцифровки данных и их анализа (в соответствии с таблицей).

Расчет рекреационно-геоморфологического потенциала основан на соотношении привлекательности (аттрактивности) территории к безопасности ее использования в рекреационной деятельности. Поскольку Ленинградская область обладает ГБТ равной 1, рекреационно-геоморфологический потенциал будет равен сумме возможных к реализации рекреационных занятий. Результаты расчетов представлены на рис. 1.

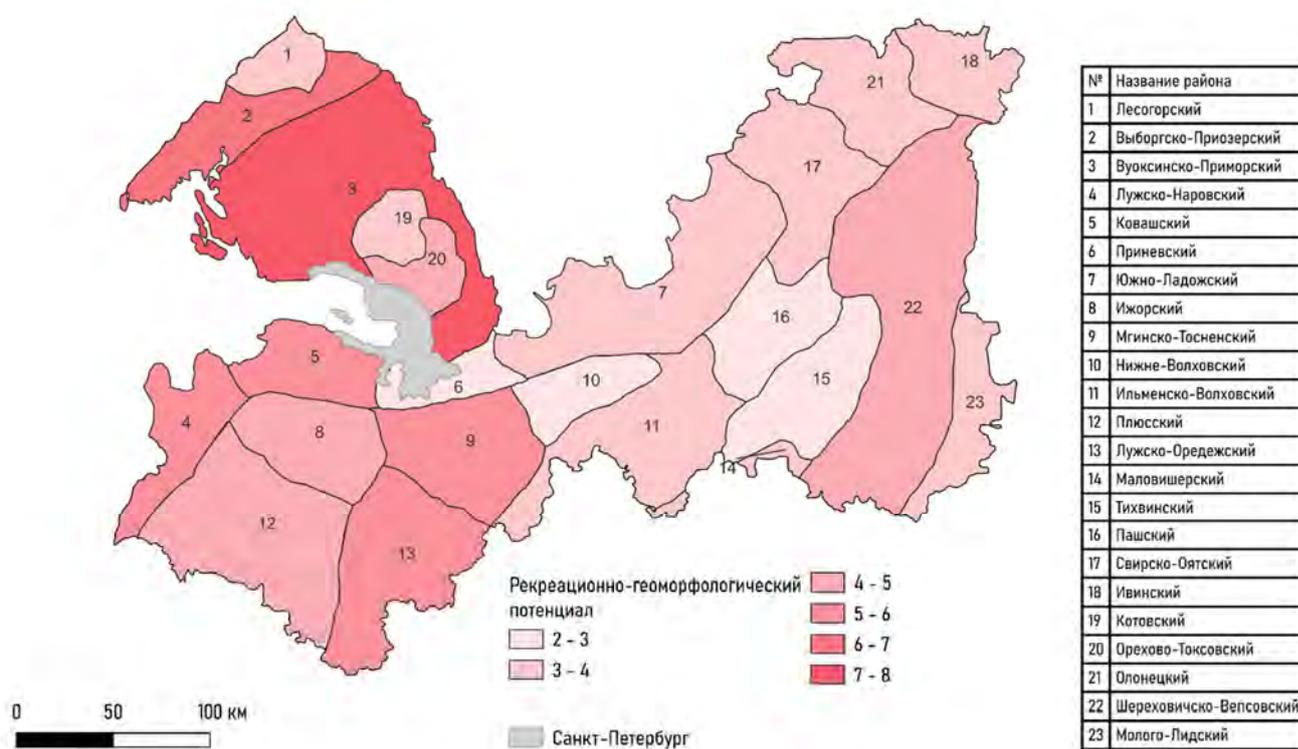


Рис. 1. Рекреационно-геоморфологический потенциал геоморфологических районов Ленинградской области

Fig. 1. Recreational-geomorphological potential of geomorphological regions of the Leningrad region

Результаты и их обсуждение

Рекреационно-геоморфологическое районирование представляет собой пространственное отражение рекреационно-геоморфологического потенциала, характеризующего индивидуальную рекреационную специализацию территории на основании ее геоморфологических особенностей и требований к реализации рекреационных занятий [Бредихин, Сазонова, 2007].

Познавательная рекреация была выделена на основании реестра особо охраняемых природных территорий [ИАС «ООПТ РФ», 2023]. На основании сделанной выгрузки по Ленинградской области были отобраны 49 ООПТ, на территории которых были представлены геолого-геоморфологические объекты. В том случае, если они, в дополнение, обладали культурно-исторической значимостью, данные ООПТ были отмечены как объекты культурно-познавательной рекреации. Границы территорий были картированы по данным модуля *Open Street Map* в геоинформационной системе *QGIS* и нормативным документам, представленным в реестре в том случае, если ООПТ не имеет статуса действующего.

Спортивная рекреация имеет несколько специализаций в зависимости от требуемых условий. Выходы скальных пород на поверхность на территории Выборгско-Приозерского и Лесогорского геоморфологических районов являются основой для развития скалолазания. Для горнолыжной рекреации основным условием будет высота склона от 30 м – такой характеристикой в пределах региона исследования обладают Тихвинская гряда, Вепсовская, Ижорская и Лемболовская возвышенности. Однако они требуют дополнительной детальной оценки, что невозможно в выбранном масштабе, поэтому здесь можно сказать лишь о том, что они обладают потенциалом к развитию данного направления рекреационной деятельности.

Определенными гидрогеологическими условиями обладают окрестности городов Тосно, Луга и Сланцы: наличие скважин с минеральной и термальной водами является основой для развития бальнеолечения. Второе направление рекреационно-лечебной деятельности представлено в зоне побережья Финского залива в виде климатолечения, которое активно развивается на данной территории с начала XX века [Исаченко, 1998].

Отдельно можно выделить понятие фоновой рекреации как совокупности рекреационных занятий, которые можно развивать повсеместно. К ней будут относиться трекинг, пляжно-купальная и прогулочно-созерцательная рекреация в виду наличия проходимых пространств и развитой гидрографической сети. Отдельное внимание было уделено побережьям крупных водоемов – Финского залива и Ладожского озера: на основании спутниковых снимков, полученных с помощью модуля *Quick Map Services* в геоинформационной системе *QGIS*, и картосхемы типов берегов [Анохин и др., 2019] для них были картированы зоны пляжно-купальной рекреации.

Промежуточный итог работы представлен на рис. 2 в виде первичного рекреационно-геоморфологического районирования. Первичность данного районирования заключается в следующем аспекте: не учтены территории пересечения выделенных на местности рекреационных занятий. Каждый слой, созданный в геоинформационной системе и представленный в легенде, представляет собой пространственную информацию по одному рекреационному занятию, а именно полигоны и точки с наиболее удовлетворяющими геоморфологическими условиями. Следовательно, возникает вопрос создания мультиполигонов, сочетающих в себе несколько типов и подтипов рекреационных занятий, а также вопрос приоритезации: для какой из нескольких рекреационных систем здесь представлены наилучшие условия.

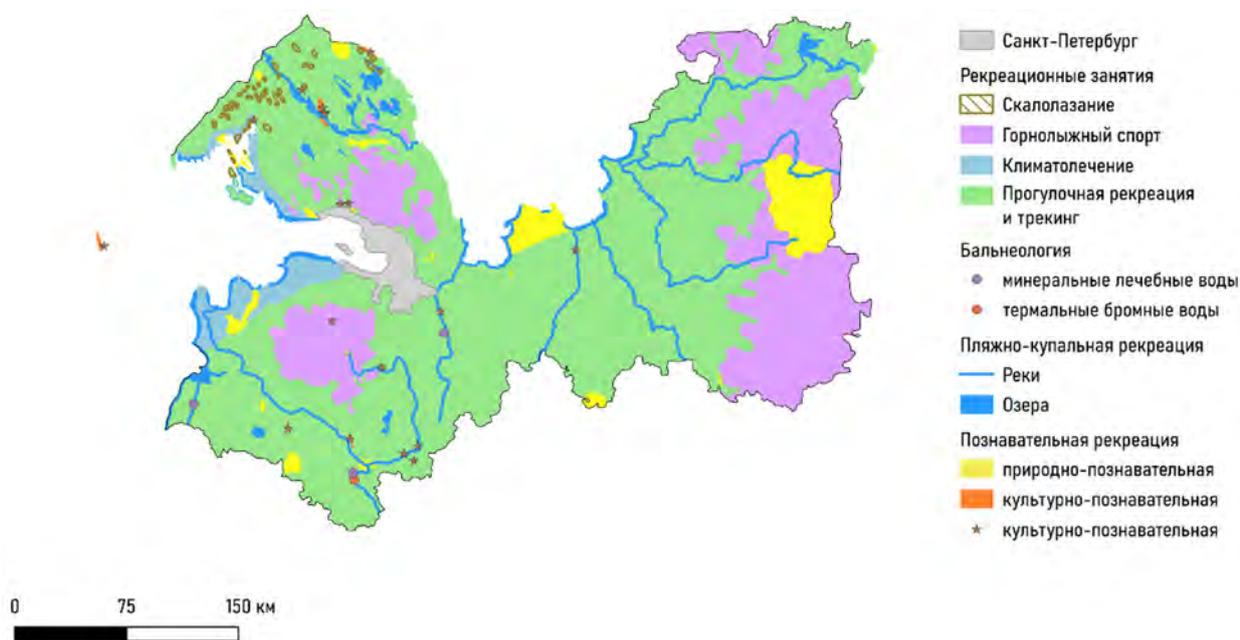


Рис. 2. Первичное рекреационно-геоморфологическое районирование

Fig. 2. Primary recreational-geomorphological zoning of Leningrad region

На рис. 3 представлена схема рекреационно-геоморфологического районирования Ленинградской области. Приоритезация рекреационных занятий, развитие которых возможно на одном участке территории, происходила, в первую очередь, рассмотрением статуса территории. ООПТ обладают различными режимами охраны. Для их рекреационно-геоморфологического анализа необходимо более тщательное предметное исследование,

невозможное в выбранном масштабе. Следовательно, на их площадях в любом случае будет реализовываться познавательная рекреация. Во-вторых, на территориях, где пересекалось несколько рекреационных занятий помимо познавательной рекреации, вставал вопрос выбора между ними. В случае сочетания двух и более вариантов, исключалась фоновая рекреация, в результате которой оставалось лишь два из них – большего количества сочетаний не наблюдалось. Причина выбора именно двух приоритетов заключается в уровнях организации пространства рекреационно- геоморфологических систем, включающих в себя центр и периферию [Бредихин, 2008]. Одно рекреационное занятие одновременно может находиться на двух этих уровнях относительно другого, следовательно, существование в одном пространстве двух рекреационных занятий может быть оправдано с этой точки зрения.

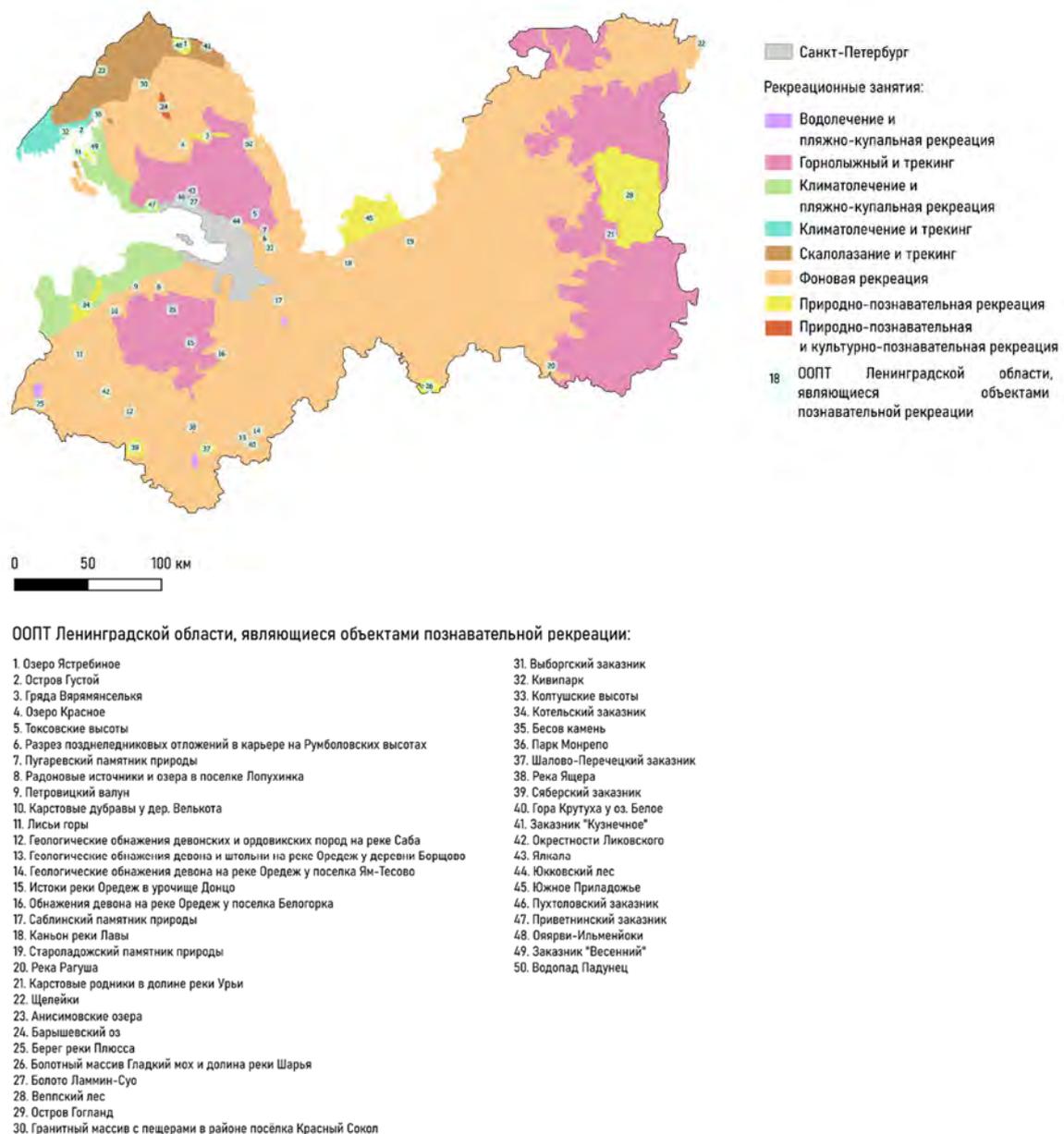


Рис. 3. Рекреационно-геоморфологическое районирование Ленинградской области

Fig. 3. Recreational-geomorphological zoning of Leningrad region

Данная схема дает представление о трех рекреационных районах, существующих в пределах региона исследований, – северном, западном и восточном. Южная граница северного района проходит по реке Неве, граница, разделяющая восточный и западный районы, – по реке Волхов. В структурном плане они представляют собой основные элементы геолого-геоморфологического строения Ленинградской области: Северный район (Балтийский щит и северная часть Предглинтовой низменности), Западный (Ордовикское плато) и Восточный (Карбоновое плато).

Заключение

Северный район, включающий в себя территорию Карельского перешейка, обладает наибольшим разнообразием рекреационных предложений, их диверсификация напрямую связана с высоким разнообразием рельефа. На севере в пределах Лесогорского и Выборско-Приозерского геоморфологических районов, возможно активное развитие спортивной рекреации – трекинга и скалолазания, при этом последние будет являться уникальным предложением для Ленинградской области. Также одной из точек притяжения выступает побережье Финского залива, обладающее потенциалом для развития климатической лечебной рекреации, сопряженной с трекингом. Вуоксинско-Приморский геоморфологический район может быть активно задействован в рекреационной деятельности в первую очередь в зоне побережья Финского залива, так как обладает широкими и оборудованными пляжами, являющимися основанием для пляжно-купальной рекреации. Вторым ядром РГС здесь является климатолечение. Центральная часть Карельского перешейка (представлена, в основном, Котовским и Орехово-Токсовским районами), включающая Центральную возвышенность, обладает подходящими геоморфологическими условиями для развития комплекса горнолыжной рекреации в зимний сезон и трекинга в летний.

Западный район, прежде всего, представляет интерес с точки зрения бальнеологической рекреации благодаря уникальным для данного региона гидрогеологическим условиям, что позволяет выделить три участка: Сланцевского, Тосненского и Лужского. Последний обладает наибольшим потенциалом, поскольку сочетает в себе как минеральные, так и термальные воды. Другой рекреационно-лечебной специализацией выступает климатолечение в зоне побережья Финского залива. Определенным потенциалом для горнолыжной и трекинговой рекреации обладает Ижорская возвышенность в основном в краевой зоне.

Восточный район обладает наименьшим рекреационно-геоморфологическим потенциалом поскольку геоморфологические условия, помимо фоновой рекреации, располагают, в основном, к горнолыжной рекреации и трекингу на восточной границе региона исследований: территории Тихвинской гряды, Вепсовской и Свирско-Оятской возвышенностей. Развитие данных рекреационных занятий, в особенности горнолыжного направления, обосновано их уникальностью. В сочетании с грамотным геомаркетингом, данная территория вполне способно привлечь рекреантов. Положительный эффект увеличения потока отдыхающих выражается в инвестициях в слаборазвитые районы Ленинградской области, а также в снижении нагрузки на уже задействованные в рекреации территории (в основном это касается Карельского перешейка). Также Восточный район обладает наименьшим количеством объектов познавательной рекреации, однако здесь расположен один из двух природных парков Ленинградской области – Вепский лес с несколькими экомаршрутами и возможностями развития не только природно-познавательной, но и культурно-познавательной рекреации. При компактном сочетании трекинга, природно- и культурно-познавательной рекреации, а также горнолыжного спорта на одной территории возможно создание новой рекреационной зоны.

Возникает также вопрос рассмотрения взаимосвязи и пересечений рассмотренного рекреационно-геоморфологического районирования с другими исследованиями в области рекреации на территории региона исследования. Выделенные автором районы находят отражение в туристско-инфраструктурном районировании, не считая взаимосвязей с социально-экономическим районированием (более дробным, но отражающим выделенные черты). Одним из объяснений этому может служить геолого-геоморфологическое строение территории, которое повлияло на характер освоения пространства не только в рекреационном, но и в экономическом аспекте, буквально отражая рельеф среды жизни человека.

Список источников

- Атлас Ленинградской области. 2022. Санкт-Петербург, Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 112 с.
- ГИС-Атлас «Недра России». ФГБУ «ВСЕГЕИ». Электронный ресурс. URL: <http://atlaspacket.vsegei.ru/#b6bb0bfca91f93c30> (дата обращения: 25.12.2022).
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Балтийская. Лист Р-(35), 36 – Петрозаводск. Объяснительная записка. 2015. СПб., Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 400 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 – Псков, (N-35), О-36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка. 2012. СПб., Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 510 с.
- ИАС «ООПТ РФ». ФГБУ «АНИИ». Электронный ресурс. URL: <http://www.oopt.aari.ru/> (дата обращения: 12.01.2023).

Список литературы

- Абдуллаева И.В., Бредихин А.В. 2018. Рекреационно-геоморфологическое районирование Юго-Восточной Балтики. Проблемы региональной экологии, 2: 119–123.
- Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О. 2019. Геоморфология и типизация берегов Ладожского озера по данным съемки беспилотного летательного аппарата. Геоморфология, 1: 25–37. <https://doi.org/10.31857/S0435-42812019125-37>.
- Блинова Ю.М. 2015. Роль геоморфологических памятников в рекреационной деятельности. Дис. ... канд. геогр. наук. М., 271 с.
- Болысов С.И., Бредихин А.В., Еременко Е.А. 2016. Комплексная мелкомасштабная оценка геоморфологической безопасности России. Вестник Московского Университета. Серия 5: География, 2: 3–12.
- Бредихин А.В. 2008. Организация рекреационно-геоморфологических систем. Дис. ... докт. геогр. наук. М., 397 с.
- Бредихин А.В. 2010. Рекреационно-геоморфологические системы. Смоленск, Ойкумена, 328 с.
- Бредихин А.В., Сазонова А.А. 2007. Рекреационно-геоморфологическое картографирование. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 1: 34–38.
- Гаврик А.В. 2022. Опыт оценки аттрактивности рельефа Ленинградской области. Международный журнал гуманитарных и естественных наук, 12–2 (75): 64–66.
- Гаврик А.В. 2023. Рельеф Ленинградской области как основа рекреационного природопользования. Международный журнал гуманитарных и естественных наук, 4–3 (79): 33–38.
- Геоморфология и четвертичные отложения Северо-Запада Европейской части СССР: Ленинградская, Псковская и Новгородская области: к VIII конгрессу INQUA. 1969. Под ред. Д.Б. Малаховского, К.К. Маркова. Ленинград, Наука, 256 с.
- Зелюткина Л.О., Гаврик А.В. 2021. Геоморфологические объекты Ленинградской области как природное наследие Северо-Запада России. В кн.: Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие. Санкт-Петербург, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена: 133–135.
- Исаченко Г.А. 1998. «Окно в Европу»: история и ландшафты. Санкт-Петербург, Изд-во Санкт-Петербургского университета, 476 с.



- Лимонина И.Г. 2008. Туристско-инфраструктурное районирование Ленинградской области. Вестник СПбГУ. Науки о Земле, 2: 118–127.
- Мироненко Н.С., Твердохлебов И.Т. 1981. Рекреационная география. Москва, Изд-во Московского университета, 207 с.
- Мишурицкий Д.В., Бредихин А.В. 2019. Комплексная оценка рекреационно-геоморфологического потенциала побережий Белого и Балтийского морей. Геоморфология, 1: 38–47. <https://doi.org/10.31857/S0435-42812019138-47>.

References

- Abdullaeva I.V., Bredikhin A.V. 2018. Recreational-Geomorphological Zoning of the South-Eastern Baltic Coast. Regional Environmental Issues, 2: 119–123 (in Russian).
- Anokhin V.M., Dudakova D.S., Dudakov M.O. 2019. Geomorphology and Typing of the Lake Ladoga Shores with the Use of Dron. Geomorfologiya, 1: 25–37 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0435-42812019125-37>
- Blinova Yu.M. 2015. Rol' geomorfologicheskikh pamyatnikov v rekreatsionnoy deyatel'nosti [The Role of Geomorphological Monuments in Recreational Activities]. Dis. ... cand. geogr. sciences. Moscow, 271 p.
- Bolysov S.I., Bredikhin A.V., Eremenko E.A. 2016. Integral Small-Scale Assessment of the Geomorphologic Safety of Russia. Moscow University Bulletin. Series 5, Geography, 2: 3–12 (in Russian).
- Bredikhin A.V. 2008. Organizatsiya rekreatsionno-geomorfologicheskikh system [Organization of Recreational and Geomorphological Systems]. Dis. ... doct. geogr. sciences. Moscow, 397 p.
- Bredikhin A.V. 2010. Rekreatsionno-geomorfologicheskie sistemy [Recreational-geomorphological Systems]. Smolensk, Publ. Oykumena, 328 p.
- Bredikhin A.V., Sazonova A.A. 2007. Rekreatsionno-geomorfologicheskoe kartografirovaniye [Recreational Geomorphological Mapping]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya, 1: 34–38.
- Gavrik A.V. 2022. Experience of Assessing the Attraction of the Leningrad Region Relief. International Journal of Humanities and Natural Sciences, 12–2 (75): 64–66 (in Russian).
- Gavrik A.V. 2023. Relief of the Leningrad Region as a Basis for Recreational Nature Management. International Journal of Humanities and Natural Sciences, 4–3 (79): 33–38 (in Russian).
- Geomorfologiya i chetvertichnye otlozheniya Severo-Zapada Evropeyskoy chasti SSSR: Leningradskaya, Pskovskaya i Novgorodskaya oblasti: k VIII kongressu INQUA [Geomorphology and Quaternary Deposits of the North-West of the European Part of the USSR: Leningrad, Pskov and Novgorod Regions: to the VIII INQUA Congress]. 1969. Ed. by D.B. Malakhovskogo, K.K. Markova. Leningrad, Publ. Nauka, 256 p.
- Zelyutkina L.O., Gavrik A.V. 2021. Geomorphological Objects of the Leningrad Region as a Natural Heritage of the North-West of Russia. In: Natural and Cultural Heritage: Interdisciplinary Research, Conservation and Development. Saint Petersburg, Publ. Rossiyskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet im. A. I. Gertsena: 133–135 (in Russian).
- Isachenko G.A. 1998. «Okno v Evropu»: istoriya i landshafty [“Window to Europe”: History and Landscapes]. Saint Petersburg, Publ. Sankt-Peterburgskogo un-iversiteta, 476 p.
- Limonina I.G. 2008. Tourist and Infrastructural Zone Division of the Leningrad Region. Vestnik SPbGU. Nauki o Zemle, 2: 118–127 (in Russian).
- Mironenko N.S., Tverdokhlebov I.T. 1981. Rekreatsionnaya geografiya [Recreational Geography]. Moscow, Publ. Moskovskogo universiteta, 207 p.
- Mishurinskii D.V., Bredikhin A.V. Comprehensive Assessment of the Recreational-Geomorphological Potential of the Coasts of the White and Baltic Seas. Geomorfologiya, 1: 38–47 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0435-42812019138-47>

*Поступила в редакцию 09.11.2023;
поступила после рецензирования 24.03.2024;
принята к публикации 23.04.2024*

*Received November 09, 2023;
Revised March 24, 2024;
Accepted April 23, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Гаврик Агата Вадимовна, специалист по учебно-методической работе 1 категории отдела студентов, соискатель, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Agatha V. Gavrik, 1st category specialist in educational and methodological work of the student department, applicant, Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, Russia



УДК 913+338
DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-185-197

Социально-экономическое развитие поселений Камчатского края: современный уровень и потенциал

Ушаков Е.А.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН
Россия, 690041, г. Владивосток, ул. Радио 7
E-mail: ushakov.tig.dvo@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с уровнем современного социально-экономического развития и потенциалом поселений. Объектом исследования являются муниципальные поселения и населенные пункты Камчатского края. Камчатский край является отдаленным субъектом РФ от основной западной части страны. Это слабоосвоенный регион с очаговым типом расселения, слабой транспортной инфраструктурой и обладает неблагоприятными природно-климатическими условиями для проживания и освоения территории. Муниципальные поселения и их населенные пункты были поделены на 3 группы в зависимости от их экономико-географического расположения. Каждая из этих групп имеет различия в факторах развития и потенциале своих поселений (населённых пунктов), что сказывается на их уровне социально-экономической развитости. Наиболее развитыми поселениями являются приморские и прибрежные, которые специализируются на добыче и переработке морских биоресурсов. Менее развитыми являются континентальные поселения – для них природно-ресурсный фактор играет меньшую роль. Отдельно выделяются пригородные поселения Петропавловска-Камчатского, потенциал которых зависит от развития данного города. В целом потенциал поселений слабоосвоенного региона более зависим от использования природно-ресурсной базы территории и природно-ресурсный фактор является ключевым для развития большинства поселений.

Ключевые слова: потенциал, поселения, современный уровень развития, природно-ресурсный фактор, слабоосвоенный регион, экономико-географическое положение, Камчатский край.

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-00186, <https://rscf.ru/project/22-17-00186/>

Для цитирования: Ушаков Е.А. 2024. Социально-экономическое развитие поселений Камчатского края: современный уровень и потенциал. Региональные геосистемы, 48(2): 185–197. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-185-197

Socio-Economic Development of Settlements in the Kamchatka Territory: Current Level and Potential

Evgeny A. Ushakov

Pacific Geographical Institute, FEB RAS
7 Radio St, Vladivostok 690041, Russia
E-mail: ushakov.tig.dvo@gmail.com

Abstract. The article discusses issues related to the level of modern socio-economic development and the potential of settlements. The study focuses on municipal areas and settlements of the Kamchatka Territory. Kamchatka Territory is a remote subject of the Russian Federation from the main western part of the country. This is a poorly developed region with a focal type of settlement, weak transport infrastructure and unfavorable natural and climatic conditions for living and developing the territory. Municipal districts and its settlements were divided into 3 groups depending on their economic and geographical location. Each of these groups has differences in development factors and potentials, which



affects its level of socio-economic development. The most developed settlements are coastal ones, which specialize in the extraction and processing of marine biological resources. Continental settlements are less developed; the natural resource factor plays a lesser role there. The suburban settlements of Petropavlovsk-Kamchatsky City are highlighted separately; their potential depends on the development of this city. In general, the potential of settlements in an underdeveloped region is more dependent on the use of the natural resource base of the territory, and the natural resource factor is the key one for the development of most settlements.

Keywords: potential, human settlements, settlements, current level of development, natural resource factor, underdeveloped region, economic and geographical location, Kamchatka Territory

Acknowledgment: The Russian Science Foundation supported the study grant No. 22-17-00186, <https://rscf.ru/project/22-17-00186/>

For citation: Ushakov E.A. 2024. Socio-Economic Development of Settlements in the Kamchatka Territory: Current Level and Potential. *Regional geosystems*, 48(2): 185–197. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-185-197

Введение

Камчатский край расположен в северо-восточной части страны и входит состав Дальневосточного федерального округа. Его отличительная особенность в том, что он является отдаленным приморским регионом, который связан с материком только авиа- и морским транспортом. Расстояние от западной части страны составляет 5–6 тыс. км, а от основных экономических центров Дальнего Востока 1,5–2 тыс. км. Территория края имеет лимитирующие природные факторы, которые сдерживают развитие региона – неблагоприятные природно-климатические условия, рельеф, сейсмичность, в ряде случаев цунамиопасность и др. [Бокучава и др., 2018; Виноградова, 2021]. Другая важная особенность – это отсутствие наземных транспортных путей между населенными пунктами на большей части региона. С большей частью населенных пунктов края транспортное сообщение осуществляется авиатранспортом [Современная Россия, 2020].

Одной из главных проблем развития края является снижение численности населения, которое наиболее активно происходило в период 1990-х гг. В последние годы (2010–2020 гг.) численность населения снижалась в пределах 0,8–1,0 % в год. Главную роль в сокращении численности населения вносит миграционный отток, прежде всего, населения трудоспособного возраста (весьма большой отток выпускников высших учебных заведений).

Важная социально-экономическая проблема региона – высокая стоимость товаров и услуг, вызванная высокими затратами на доставку грузов и товаров на Камчатку, так и высокой себестоимостью производства местной продукции. Стоимость фиксированного набора товаров и услуг по итогам 2022 года в крае составила 29688 руб., являясь одной из самых высоких в России (в среднем – 20225 руб.). По этому показателю край уступает только Чукотскому автономному округу (33787 руб.), но опережает Москву (28583 руб.) [Регионы России; 2023]. Несмотря на достаточно высокий уровень доходов населения их реальная величина значительно ниже, из-за высоких расходов на приобретение товаров и услуг [Рассанова, Галиев, 2019].

По уровню социально-экономического развития Камчатский край можно отнести к регионам-среднякам Российской Федерации [Ушаков, 2020]. Например, в начале 2000-х годов, по динамике производства валового регионального продукта и основных социально-экономических показателей Камчатский край отставал от большинства субъектов РФ. В последние годы отмечается более положительная динамика социально-экономических показателей по сравнению с большинством субъектов РФ. Наиболее активно растет промышленное производство, объем инвестиций, в том числе иностранных. Активно развива-

ется горнодобывающая промышленность (добыча никеля, меди, золота, серебра) [Дьяков, 2014; Zamyatina, Pilyasov, 2019; Экономика Камчатки, 2020; Архипов, 2022; Кальева, 2022]. Выделяются обрабатывающие производства – за счет рыболовства и переработки выловленных биоресурсов, на долю которых приходится до 90 % обрабатывающих производств края. На Камчатский край приходится около трети вылавливаемого объема водных и морских биоресурсов страны [Замятина, Дьяков, 2018].

Одним из главных факторов регионального развития (наряду с горнодобывающей промышленностью) является уникальное экономико-географическое положение края – его очень широкий выход к Охотскому и Берингову морям и открытой части Тихого океана. Прибрежная полоса края представляет собой уникальную аква-территориальную зону развития морехозяйственных видов деятельности, располагающую уникальным сочетанием разнообразных биологических и минеральных природных ресурсов, а также благоприятными навигационно-географическими условиями для развития морского транспорта. В этой хозяйственной зоне имеются благоприятные природно-ресурсные предпосылки наращивания объемов вылова рыбы и морепродуктов, а в перспективе – их глубокой переработки. Кроме того, имеются хорошие возможности развития хозяйств марикультуры не только на нерестовых реках края, но и в заливах его южного побережья [Дворцова, 2010; Бакланов, Романов, 2019; Baklanov, 2022; Baklanov et al., 2022; Мошков, 2023; Пространственное развитие..., 2023].

Объекты и методы исследования

Для анализа уровня развитости на основе социально-экономических показателей были взяты поселения Камчатского края, которые в том числе выступают в роли самостоятельных городских округов (Петропавловск-Камчатский, Вилючинск, Палана) или муниципального поселения. На территории края образовано 14 муниципальных районов, в том числе 3 городских округа. На территории 11 муниципальных районов действует 36 поселений, из них 4 городских и 32 сельских. Необходимо отметить, что городские округа по отношению к муниципальным поселениям обладают разной административной статусностью и соответственно более благоприятным потенциалом развития. Также отдельно выделяются административные центры, которые благодаря своей статусности имеют более благоприятные факторы своего развития [Ушаков, 2022; Yu et al., 2022]. Для составления картосхемы экономических центров края были анализированы все его населенные пункты (всего 71). По итогам переписи населения число населенных пунктов с численностью населения свыше 1 тыс. чел. было 24, а с численностью населения менее 100 чел. – всего 13 (рис. 1).

Поселения формируют демографический, основной инфраструктурный и производственный потенциал административно-территориальных единиц. Необходимо отметить, что поселение является одним из важных связующих элементов территориальной организации общества, территориальной структуры хозяйства и природными компонентами территории. На территории поселения формируются и устанавливаются разнообразные связи между природными и социально-экономическими компонентами [Бакланов, 2021; Бакланов 2022].

Следует отметить высокую пространственную дифференциацию в размещении населения края – основная часть населения (около 85 %) проживает на территории административного центра (г. Петропавловск-Камчатский), а также в прилегающем Елизовском районе, ЗАТО Вилючинск. На основной части территории края структура расселения носит резко выраженный очаговый характер – небольшие населенные пункты, которые расположены преимущественно на побережье.

Для этого были взяты поселения Камчатского края с целью изучения факторов, влияющих на развитие поселений, расположенных на территории слабоосвоенного региона, и их потенциала.



Рис. 1. Характеристика населенных пунктов в зависимости от численности их населения и административной статусности

Fig. 1. Characteristics of settlements depending on their population and administrative status

Использовались статистические данные Росстата – как социально-экономические показатели субъекта, муниципалитетов и их поселений [Официальный сайт..., 2023], и так первичные статистические данные – в виде показателей деятельности организации и предприятий, в том числе из базы данных ТИГ ДВО РАН.

Для проведения сбора, анализа и систематизации данных и их структурирования использовались следующие методы: сравнительно-описательский, сравнительно-географический, экономико-географического анализа. Уровень социально-экономической развитости поселений оценивался балльными и различными статистическо-математическими методами.

Результаты и их обсуждение

Для исследования социально-экономической дифференциации внутри края были взяты городские округа и поселения муниципальных районов. Для выделения групп использовались следующие доступные показатели: динамика численности населения, собираемость собственных доходов бюджета, инвестиции в основной капитал, численность занятых, размер среднемесячной заработной платы, строительство жилья, объемы произведенных товаров и услуг. В ходе проведенного анализа были выделены следующие группы муниципальных поселений по уровню социально-экономической развитости:

Наиболее развитые города:

1. Краевой центр – Петропавловск-Камчатский. Имеет наибольшее социально-экономическое развитие. Здесь наиболее развита инфраструктурная обустроенность и социально-экономическая сфера (высокие доходы населения, большое количество предприятий различных сфер деятельности – от производственных до сферы услуг). По большинству социально-экономических показателей город является лидером среди муниципальных районов Камчатского края. На его уровень развитости и более благоприятный потенциал влияет как размерность самого города и государственная значимость для страны, так и административная статусность – столицы края.

2. Города регионального значения – Елизово, ЗАТО Вилючинск. Отличаются наибольшей развитостью по социально-экономическим показателям и инфраструктурной обустроенностью по отношению к подавляющему большинству других поселений. По своему уровню социально-экономического развития уступают лишь краевому центру. Также необходимо выделить, что Елизово не является самостоятельной административной единицей – муниципальным районом, что несколько снижает административный потенциал его развития по отношению к Вилючинску. Развитие самого Вилючинска зависит от политики федеральных властей, поскольку он обладает статусом закрытого административно-территориального образования (ЗАТО).

Следующие муниципальные поселения можно разделить по таким группам и их характеристикам:

Социально-экономические центры:

1. Социально-экономические центры 1-го порядка – наиболее развитые поселения. Являются одними из лидеров (по социально-экономическим показателям) среди всех поселений края. Отмечаются большие собственные бюджетные доходы, высокие значения в размере заработной платы и уровня занятости, наличием крупных или больших предприятий, и не столь значительным снижением численности населения.

2. Социально-экономические центры 2-го порядка – экономически развитые поселения. Характеризуются высокими социально-экономическими показателями по собственным доходам в бюджете, большой численностью занятых на душу населения, обеспеченные работой действующими крупными или большими предприятиями.

3. Социально-экономические центры 3-го порядка. В эту группу входят относительно развитые поселения, отличающиеся наличием ряда производственных предприятий, которые создают занятость для местного населения и относительную устойчивость социально-экономического положения поселения.

Иные поселения имеют признаки депрессивности, которые связаны с неразвитостью экономической сферы (отсутствие больших или средних предприятий), что влечет за собой слабую занятость населения и как следствие низкий уровень жизни местного населения, а также большой миграционный отток. Эти поселения в зависимости от степени «своей депрессивности» можно разделить на:

1. Поселения с признаками депрессивности. В них отмечается низкий уровень занятости населения, а рабочие места обеспечиваются практически только за счет бюджетных сфер деятельности (администрация поселения, образование и здравоохранение). Они характеризуются большим миграционным оттоком населения, низкая собираемость собственных доходов бюджета, и практически полное отсутствие инвестиций и строительства жилья.

2. Поселения с ярко выраженными признаками депрессивности («исчезающие поселения»). Здесь практически полностью отсутствуют рабочие места (за исключением администрации поселения), большой отток населения (свыше 3 % от общей численности населения в год), полное отсутствие инвестиций и строительства жилья, крайне низкая собираемость собственных доходов в бюджете (рис. 2).

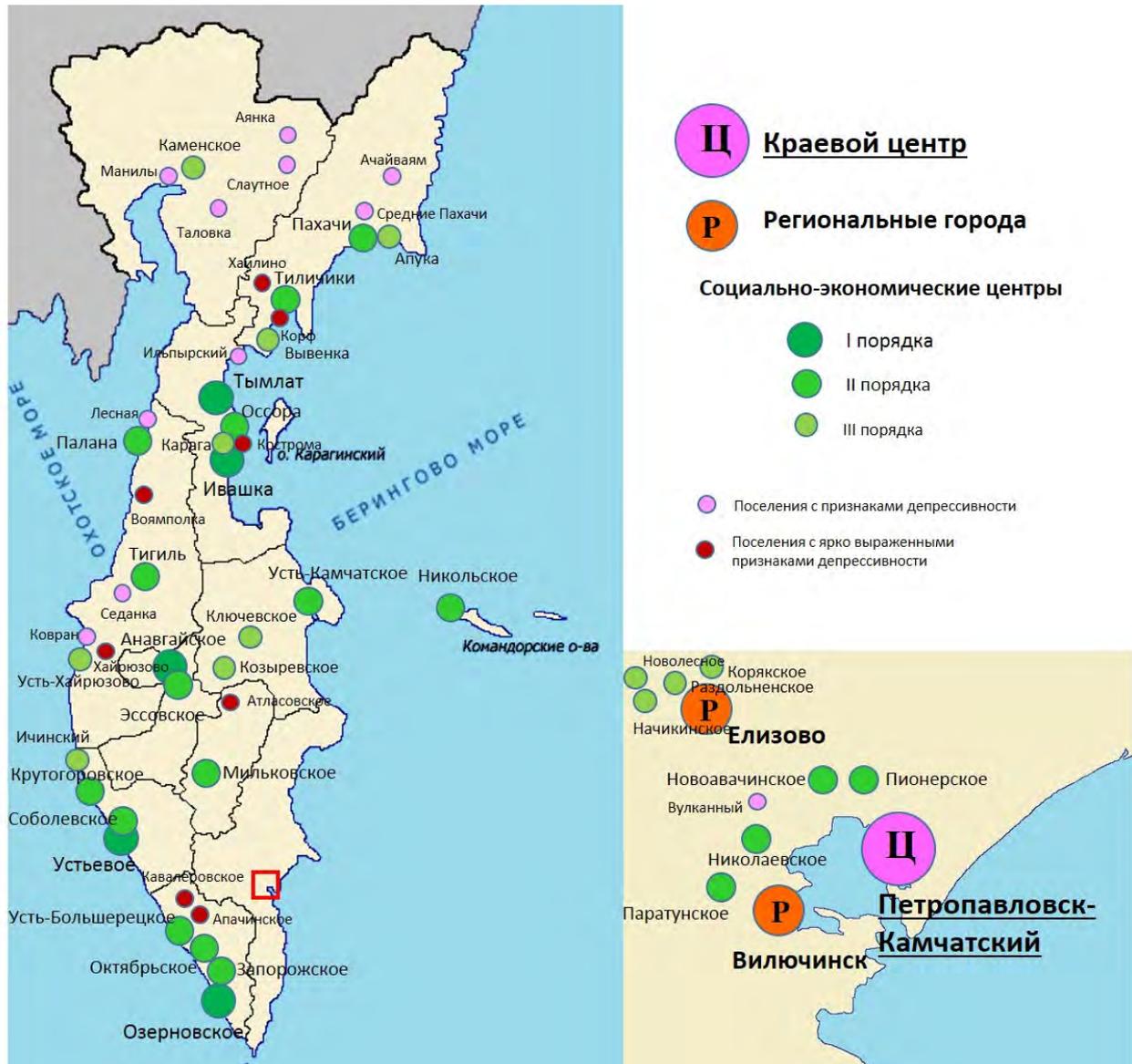


Рис. 2. Группировка поселений по уровню социально-экономического развития
Fig. 2. Grouping of settlements by level of socio-economic development

Большинство социально-экономически развитых поселений получают свое развитие за счет использования природно-ресурсного потенциала – это в первую очередь вылов морских биоресурсов (особенно приморские и прибрежные поселения), а также добыча драгоценных металлов и медно-никелевых руд вблизи поселений (Анавгай). Ряд поселений развиты благодаря административному статусу (районный центр). Менее развитыми являются континентальные поселения (особенно в Корьякии). Для них характерны вышеуказанные признаки депрессивности. Следует выделить п. Палана, который имеет статус городского округа, но по своим социально-экономическим показателям он схож с поселениями, которые отнесены в группу социально-экономическим центров второго порядка. Ранее этот поселок был административным центром бывшего Корьякского автономного округа. Но после лишения данной административной статусности в 2007 году поселок продолжительное время находился в «депрессивной фазе» развития и начал социально-экономически восстанавливаться в последние годы. Отдельно необходимо указать два депрессивных поселения-исключения: Корф – который пострадал при землетрясении 2006 года и с тех пор фактически благополучный поселок превратился в «исчезающее поселение»; и п. Кострома –

несмотря на наличие большого рыбодобывающего предприятия на его территории, в последние годы поселок стал показывать крайне негативные показатели в динамике социально-экономических показателей, вызванное резким сокращением производственной деятельности данного предприятия.

Одним из примеров оценки развития поселений может стать их инвестиционная привлекательность, которая может быть вызвана как факторами развития поселения (природно-ресурсный потенциал, экономико-географическое положение и т.д.), так и государственными интересами. От инвестиционной составляющей зависят темпы ближайшего развития поселений, что в целом является одной из основных характеристик их уровня развития. При рассмотрении данного показателя можно взять для примера сумму поступивших инвестиций в основной капитал за два периода – 2011–2015 и 2016–2020 гг. Главным лидером по сумме поступивших инвестиций являлся Петропавловск-Камчатский, но его доля в последние годы снижается. В период 2011–2015 гг. она составила 75,7 % (74,9 млрд руб.) от всех поселений, а в 2016–2020 гг. эта доля снизилась до 56,8 % (89,5 млрд руб.). Данное снижение было вызвано увеличением доли поселений бывшего Корякского автономного округа с 8,1 % до 19,8 %. На первую десятку поселений, где поступали наибольшие суммы инвестиций за период 2016–2020 гг., пришлось 88,6 % всего региона (в 2011–2015 гг. – 94,9 %) (рис. 3). Большие суммы инвестиций в последние годы поступали в сферу добычи драгоценных металлов (Каменское, Анавгайское), рыболовства и переработки морепродуктов (Усть-Камчатское, Озерновское, Соболевское, Ивашка, и др.). Большие суммы инвестиций в континентальных районах связаны со строительством автодорог (Мильковское, Эссовское) [Азоева, Омаргаджиева, 2023].

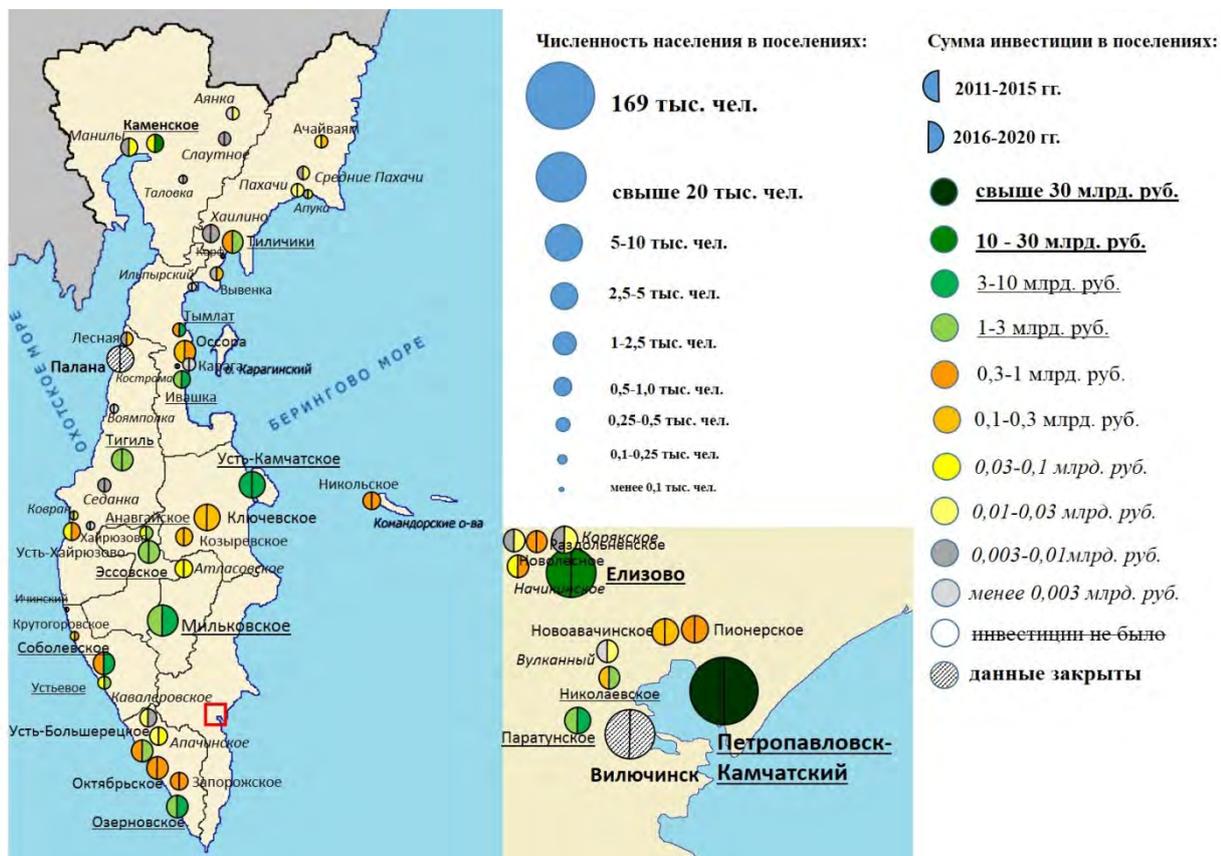


Рис. 3. Поступление инвестиций в поселениях Камчатского края за периоды 2011–2015 и 2016–2020 гг.

Fig. 3. Receipt of investment in settlements of the Kamchatka Territory for the periods 2011–2015 and 2016–2020



Для анализа экономической характеристики населенных пунктов были рассмотрены крупные и большие предприятия на территории Камчатского края. В эту категорию попали компании, которые по итогам 2022 года имели объемы выручки не менее 100 млн руб. (всего было 446 таких компаний). По объемам годовой выручки за 2022 год их можно распределить следующим образом: крупнейшие (свыше 10 млрд руб.), крупные (1–10 млрд руб.), большие (0,1–1 млрд руб.). К крупнейшим можно отнести 5 компаний, крупным – 81, большим – 360. По локализации деятельности 438 компаний находились на территории населенных пунктов, а 8 на территории районов вдали от населенных пунктов (главным образом золотодобывающие). Наиболее крупными компаниями региона являются те, что специализируются на освоении природно-ресурсного потенциала (добыча драгоценных металлов и рыболовство), а также связанных с транспортной деятельностью. По мере уменьшения объемов выручки в структуре компании увеличивается доля организаций, связанных с торговлей, строительством и сферой услуг. Основная часть рассматриваемых предприятий и организации размещается в Петропавловске-Камчатском (292), а также его пригородных территориях (Елизовском районе и ЗАТО Вилючинск – всего 83).

В остальных районах края преобладают компании, связанные с добычей морских биоресурсов и их переработкой (70 % компаний). Практически все рассматриваемые компании расположены в приморских или прибрежных населенных пунктах – 68 организаций. И лишь 3 организации находятся в континентальной части полуострова – в п. Мильково.

На основе анализа расположения и характеристики этих компаний, а также оценки экономической деятельности населенных пунктов были выделены и проранжированы экономические центры Камчатского края. Самым главным экономическим центром края – является Петропавловск-Камчатский, который концентрирует более 60 % экономического потенциала края. Другими важными для края экономическими центрами являются г. Елизово и Вилючинск. Остальные экономические центры были поделены на: большие – на их территории действуют крупные предприятия, значимые для Камчатского края; небольшие – на территории населенных пунктов действует крупное или несколько больших предприятий; малые – действует большое предприятие или в ряде случаев в населенном пункте развита экономическая деятельность за счет ряда небольших предприятий (рис. 4).

Необходимо отметить, что основная часть экономических центров размещается в юго-восточной части края. Это, прежде всего, г. Петропавловск-Камчатский и его ближайшее окружение – ЗАТО Вилючинск и населенные пункты Елизовского района. Для большей части экономических центров, прилегающих к Петропавловску-Камчатскому, свойственна диверсифицированная структура экономической деятельности с включением непроемких видов – торговля, сфера услуг, а также наличие большого числа организаций, занимающихся строительством.

Наибольшее расположение экономических центров приходится на побережье и основная их деятельность связана с рыболовством, а на юго-западе региона активно развита переработка рыбы и морепродуктов – в отличие от северных территорий, где переработка рыбной продукции развита слабо при больших объемах вылова рыбы.

Континентальные районы в отличие от прибрежных не обладают большими экономическими центрами. Например, в Мильковском районе – это районный центр Мильково, где при сравнении с небольшими прибрежными населенными пунктами экономическая деятельность в разы развита слабо. Аналогичная ситуация в Быстринском районе, где районный центр Эссо в целом можно отнести как к экономическому центру малого размера для краевого значения, но здесь не действует ни одного большого предприятия, а экономическая сфера деятельности в основном представлена средними по размеру предприятиями. Наиболее противоречиво ситуация складывается в Пенжинском районе.



Рис. 4. Экономические центры Камчатского края и их специализация
Fig. 4. Economic centers of the Kamchatka Territory and their specialization

По своим статистическим показателям район относится к высокоразвитым [Ушаков, 2022], но здесь нет ни одного экономического центра регионального уровня. Причина кроется в том, что на территории района активно развивается добыча драгоценных металлов, а крупные предприятия, которые разрабатывают месторождения, действуют далеко за пределами населенных пунктов. В результате этого возникают такие коллизии в оценке социально-экономического развития района и его поселений.

В целом можно выделить группировку поселений и населенных пунктов края по географическим особенностям развития:

1. Петропавловск-Камчатский и его ближайшее окружение (ЗАТО Вилючинск и населённые пункты Елизовского района). Ядром данной группы является административный центр края – Петропавловск-Камчатский, который аккумулирует свыше 60 % социально-экономического потенциала субъекта. Ближайшие населенные пункты ощущают от него прямое или косвенное влияние на свое социально-экономическое развитие и специализацию. Они имеют относительно высокие социально-экономические показатели и более динамично развиваются в последние годы. Основными видами деятельности данных населенных пунктов являются – сфера услуг, сельское хозяйство (в большей степени животноводство), пищевая промышленность, строительство домов, в ряде случаев рыбопереработка, а также рекреационная деятельность (Паратунка – главный центр туристической деятельности на Камчатке).

2. Приморские и прибрежные поселения – отличаются высоким социально-экономическим развитием и потенциалом благодаря выходу к морскому побережью. Главная специализация этих населенных пунктов – добыча морепродуктов и их переработка. Эти поселения обладают постоянным притоком инвестиций, наличием большого числа рабочих мест и высокого размера заработной платы на большинстве предприятий в сфере добычи и переработки рыбы, миграционный отток населения не столь большой (как в поселениях, расположенных в континентальной части полуострова).



3. Континентальные поселения. В данной группе существуют поселения, социально-экономически развитые благодаря работающим предприятиям, специализирующимся на добыче полезных ископаемых (драгоценные металлы, медно-никелевые руды), а также районные центры. Большинство же поселений слаборазвиты и характеризуются «депрессивностью», поскольку здесь отсутствуют большие производственные предприятия, деятельность которых играла бы на улучшение социально-экономической обстановки (наличие большого числа рабочих мест, высокий размер среднемесячной заработной платы, привлечение инвестиций, увеличение покупательской способности местного населения и т.д.). Основным видом деятельности для таких поселений являются бюджетные сферы деятельности – образование, местное самоуправление, медицина, культура.

Заключение

Природно-ресурсный фактор играет главную роль в развитии Камчатского края. Ключевой отраслью является добыча и переработка морских биоресурсов, а второй по значимости – горнодобывающая промышленность, которая активно развивается в последние годы. Экономическая деятельность практически во всех муниципальных районах и в большинстве населенных пунктах края тесно связана с данными сферами деятельности. Добыча драгоценных металлов для многих поселков стала катализатором их ускоренного развития, а рыболовство – «фактором устойчивости» в социально-экономическом положении большинства поселений региона.

Приморские поселения Камчатского края обладают более благоприятным потенциалом для своего развития за счет наличия выхода к морю, что способствует развитию морехозяйственных видов деятельности (добыча и переработка морских биоресурсов, судостроение и т.д.), транспортных функций. Благодаря данному экономико-географическому положению и развитию данных видов деятельности они получили высокие значения в социально-экономических показателях.

Континентальные поселения характеризуются более слабым уровнем и динамикой социально-экономического развития и свыше половины поселений характеризуются «признаками депрессивности», а также обладают меньшим потенциалом для своего развития, в том числе за счет наличия слабой природно-ресурсной базы территории, на которой расположены данные поселения. Более развитые континентальные поселения получили свое развитие благодаря предприятиям по добыче минеральных ресурсов (главным образом золота, серебра, а также меди, кобальта, никеля) и административной статусности (районные центры).

Отдельным примером служит Петропавловск-Камчатский, который за счет своего социально-экономического влияния на ближайшие территории создает более благоприятный потенциал для развития соседствующих с ним поселений. По сути, поселения Елизовского района имеют развитие и более положительную динамику в социально-экономических показателях за счет агломерационного влияния административного центра края.

Природно-ресурсный фактор играет ключевую роль в социально-экономическом уровне развития и потенциале поселений в слабоосвоенном регионе, который характеризуется неблагоприятными природно-климатическими условиями для проживания и ведения хозяйственной деятельности практически на всей территории края, что и обусловило слабую инфраструктурную обустроенность и очаговый тип расселения.

По отношению к другим регионам на территории Камчатского края существует меньшая социально-экономическая дифференциация на поселковом уровне за счет использования имеющегося богатого природно-ресурсного потенциала. Благодаря приморскому положению большинства поселений в самом регионе наблюдается меньшее число населенных пунктов, находящихся в «депрессивном» состоянии, чем в большинстве других регионов РФ.

Список источников

- Официальный сайт муниципальных данных базы Росстата. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ykmb3eKg/munst.htm> (дата обращения 20.02.2024)
- Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023. Статистический сборник 2023. М., Росстат, 1126 с.
- Современная Россия: географическое описание нашего Отечества. Дальний Восток. 2020. Москва, Паулсен, 464 с.

Список литературы

- Азоева О.В., Омаргаджиева Р.Б. 2023. Повышение инвестиционной привлекательности Камчатского края. *Eropen. Global*, S34: 22–32.
- Архипов Г.И. 2022. Минерально-сырьевая база и макроэкономика горнодобывающей промышленности дальневосточного федерального округа. *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*, 5–6(179): 75–85.
- Бакланов П.Я. 2021. Поселение как целостный объект интегральных географических исследований. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*, 4: 3–11.
- Бакланов П.Я. 2022. Потенциал развития поселения: понятие, содержание, структура. *Региональные исследования*, 4(78): 4–13. <https://doi.org/10.5922/1994-5280-2022-4-1>.
- Бакланов П.Я., Романов М.Т. 2019. Направления долгосрочного развития Дальневосточного региона России. *Вестник Дальневосточного Отделения Российской Академии Наук*, 4(206): 6–18. <https://doi.org/10.25808/08697698.2019.206.4.001>
- Бокучава Д.Д., Бородина Т.Л., Виноградова В.В., Глезер О.Б., Золотокрылин А.Н., Соколов И.А., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А., Ширяева А.В. 2018. Природно-климатические условия и социально-географическое пространство России. Москва, ИГ РАН, 154 с. <https://doi.org/10.15356/ncsgsrus>
- Виноградова В.В. 2021. Районирование России по природным условиям жизни населения с учетом экстремальных климатических событий. *Известия Российской Академии наук. Серия Географическая*, 85(1): 5–13. <https://doi.org/10.31857/S2587556621010167>
- Дворцова Е.Н. 2010. Проблемы и возможности формирования хозяйства прибрежных территорий России (на примере Камчатского края). *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*, 6(28(85)): 18–26.
- Дьяков М.Ю. 2014. Развитие природно-хозяйственного комплекса региона на принципах эколого-экономической сбалансированности (на примере муниципального образования Камчатского края). Автореф. дис. ... кан. эконом. наук. СПб., 16 с.
- Замятина М.Ф., Дьяков М.Ю. 2018. Ресурсный и экологический подходы к развитию региона: опыт сравнительного анализа на примере Камчатского края. *Известия Русского географического общества*, 150(4S): 3–14. <https://doi.org/10.1134/S0869607118040080>
- Кальева О.П. 2022. Оценка природных ресурсов и хозяйственного использования территории Дальнего Востока. *Разведка и охрана недр*, 2: 41–48.
- Мошков А.В. 2023. Жизненные циклы городских поселений прибрежных регионов Тихоокеанской России. *Естественные и технические науки*, 5(180): 211–218. <https://doi.org/10.25633/ETN.2023.05.11>
- Пространственное развитие Тихоокеанской России: структурные особенности, факторы, основные направления. 2023. Под ред. Бакланов П.Я., Мошков А.В. Владивосток, ТИГ ДВО РАН, 449 с. <https://doi.org/10.35735/9785604968321>
- Рассанова О.Е., Галиев М.С. 2019. Исследование особенностей и проблем, сдерживающих социально-экономическое развитие Камчатского края. *Вестник Российского университета кооперации*, 4(38): 86–89.
- Ушаков Е.А. 2020. Оценка факторов неравенства субъектов по совокупности социально-экономических показателей. *Успехи современного естествознания*, 1: 61–69. <https://doi.org/10.17513/use.37322>
- Ушаков Е.А. 2022. Влияние изменения административных границ на социально-экономическое развитие регионов востока России. Дис. ... кан. геогр. наук. Иркутск, 207 с.



- Экономика Камчатки: прошлое, настоящее, будущее. 2020. Петропавловск-Камчатский, Новая книга, 188 с.
- Baklanov P.Ya. 2022. Sustainable Development of Coastal Regions: Geographical and Geopolitical Factors and Limitations. *Baltic Region*, 14(1): 4–16. <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2022-1-1>
- Baklanov P.Ya., Moshkov A.V., Ushakov E.A. 2022. Sustainable Socio-Economic Development at Various Territorial Levels. In: *Practice Oriented Science: Uae – Russia – India. Proceedings of the International University Scientific Forum, UAE, 08 November 2022.* Ufa, Publ. Infiniti: 122–129.
- Yu Sh., Miao Y., Li M.g, Ding X., Wang Ch., Dou W. 2022. Theoretical Development Model for Rural Settlements Against Rural Shrinkage: An Empirical Study on Pingyin County. *China, Land*, 1: 1238–1258.
- Zamyatina N.Ya., Pilyasov A.N. 2019. The Modern Theory of Development: the Search for an Integrating Platform. *North and market: The formation of an economic order*, 64(2): 16–28.

References

- Azoeva O. V., Omargadzhieva R. B. 2023. Increasing the Investment Attractiveness of the Kamchatka Territory. *Epomen. Global*, 34: 22–32 (in Russian).
- Arkhipov G.I. 2022. The Mineral Resource Base and Macroeconomics of the Mining Industry in the Far Eastern Federal District. *Mineral resources of Russia. Economics & Management*, 5–6(179): 75–85 (in Russian).
- Baklanov P.Ya. 2021. Settlement as a Holistic Object for Integrated Geographical Research. *Moscow University Bulletin. Series 5, Geography*, 4: 3–11 (in Russian).
- Baklanov P.Ya. 2022. Potential for Settlement Developing: Concept, Subject Matter, Composition. *Regional Studies*, 4(78): 4–13 (in Russian). <https://doi.org/10.5922/1994-5280-2022-4-1>
- Baklanov P.Ya., Romanov M.T. 2019. Directions of the Long-Term Development of the Far Eastern Region of Russia. *Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences*, 4(206): 6–18 (in Russian). <https://doi.org/10.25808/08697698.2019.206.4.001>
- Bokuchava D.D., Borodina T.L., Vinogradova V.V., Glezer O.B., Zolotokrylin A.N., Sokolov I.A., Titkova T.B., Cherenkova E.A., Shiryayeva A.V. 2018. Natural and Climatic Conditions and Sociogeographical Space of Russia. Moscow, Publ. IG RAN, 156 p. <https://doi.org/10.15356/ncsgsrus>
- Vinogradova V.V. 2021. Zoning of Russia According to the Natural Living Conditions of the Population Considering Extreme Climatic Events. *Regional Research of Russia*, 85(1): 5–13 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2587556621010167>
- Dvortsova E.N. 2010. Problemy i vozmozhnosti formirovaniya khozyaystva pribrezhnykh territoriy Rossii (na primere Kamchatskogo kraja) [Problems and Opportunities for the Formation of the Economy of the Coastal Territories of Russia (on the Example of the Kamchatka Territory)]. *National Interests: Priorities and Security*, 6(28(85)): 18–26.
- Dyakov M. Yu. 2014. Razvitiye prirodno-khozyaystvennogo kompleksa regiona na printsipakh ekologo-ekonomicheskoy sbalansirovannosti (na primere munitsipal'nogo obrazovaniya Kamchatskogo kraja) [Development of the Natural and Economic Complex of the Region on the Principles of Ecological and Economic Balance (Using the Example of the Municipal Formation of the Kamchatka Territory)]. Dis. ... cand. econom. sciences, St. Petersburg, 16 p.
- Zamyatina M.F., D'yakov M.Yu. 2018. Resource and Ecological Approaches to the Development of the Region: Experience of Comparative Analysis on the Example of the Kamchatka Territory. *Proceedings of the Russian Geographical Society*, 150(4S): 3–14 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S0869607118040080>.
- Kaleva O.P. 2022. Assessment of Natural Resources and Economic Use of the Territory of the Far East. *Prospect and protection of mineral resources*, 2: 41–48 (in Russian).
- Moshkov A.V. 2023. Life Cycles of Urban Settlements of Coastal Regions of Pacific Russia. *Natural and Engineering Sciences*, 5(180): 211–218 (in Russian). <https://doi.org/10.25633/ETN.2023.05.11>
- Prostranstvennoye razvitiye Tikhookeanskoy Rossii: strukturnyye osobennosti, faktory, osnovnyye napravleniya [Spatial Development of Pacific Russia: structural features, factors, main



- directions]. 2023. Ed. by Baklanov P.Ya., Moshkov A.V. Vladivostok, Publ. PGI FEB RAS, 449 p. <https://doi.org/10.35735/9785604968321>
- Rassanova O.E., Galiev M.S. 2019. Study of Features and Problems Restraining Socio-Economic Development of Kamchatka Territory. Vestnik of the Russian University of cooperation, 4: 86–89 (in Russian).
- Ushakov E.A. 2020. Assessment of Inequality Factors of Subjects of the Russian Federation on Totality of Socio-Economic Indicators. Advances in current natural sciences, 1: 61–69 (in Russian). <https://doi.org/10.17513/use.37322>.
- Ushakov E.A. 2022. Vliyaniye izmeneniya administrativnykh granits na sotsial'no-ekonomicheskoye razvitiye regionov vostoka Rossii. [The Impact of Changes in Administrative Boundaries on the Socio-Economic Development of the Regions of Eastern Russia]. Dis. ... cand. geogr. sciences, Irkutsk, 207 p.
- Ekonomika Kamchatki: proshloye, nastoyashcheye, budushcheye [Economy of Kamchatka: Past, Present, Future]. 2020. Petropavlovsk-Kamchatsky, Publ. Novaya kniga, 188 p.
- Baklanov P.Ya. 2022. Sustainable Development of Coastal Regions: Geographical and Geopolitical Factors and Limitations. Baltic Region, 14(1): 4–16. <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2022-1-1>
- Baklanov P.Ya., Moshkov A.V., Ushakov E.A. 2022. Sustainable Socio-Economic Development at Various Territorial Levels. In: Practice Oriented Science: Uae – Russia – India. Proceedings of the International University Scientific Forum, UAE, 08 November 2022. Ufa, Publ. Infiniti: 122–129.
- Yu Sh., Miao Y., Li M.g, Ding X., Wang Ch., Dou W. 2022. Theoretical Development Model for Rural Settlements Against Rural Shrinkage: An Empirical Study on Pingyin County. China, Land, 1: 1238–1258.
- Zamyatina N.Ya., Pilyasov A.N. 2019. The Modern Theory of Development: the Search for an Integrating Platform. North and market: The formation of an economic order, 64(2): 16–28.

*Поступила в редакцию 20.03.2024;
поступила после рецензирования 23.05.2024;
принята к публикации 05.06.2024*

*Received March 20, 2024;
Revised May 23, 2024;
Accepted June 05, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Ушаков Евгений Александрович, кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории территориально-хозяйственных структур, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Evgeny A. Ushakov, Candidate of Geographical Sciences, researcher at the Laboratory of Territorial and Economic Structures, Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia



УДК 504.062.2
DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-198-209

Мониторинг несанкционированных карьеров Белгородской области и анализ правонарушений в сфере недропользования

Рагулина О.П.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: 90483@bsu.edu.ru

Аннотация. В статье отражены результаты мониторинга несанкционированных карьеров на территории муниципальных образований Белгородской области, чему уделено особое внимание при реализации основных направлений экологической политики региона. Рассмотрено несколько методов проведения мониторинга для подобных исследований, в том числе дистанционные методы, такие как дистанционное зондирование и беспилотная съёмка. По результатам исследований определены карьеры, требующие проведения рекультивации. С использованием ГИС-технологий данные несанкционированные карьеры нанесены на карту. Проанализирована динамика правонарушений в сфере недропользования за период с 2019 по 2023 год. В ходе анализа установлено, что количество правонарушений в данной сфере продолжает расти, штрафы в связи с введёнными ограничениями на осуществление надзорных мероприятий в отношении субъектов предпринимательской деятельности уменьшаются. Среди муниципальных образований региона есть лидеры по количеству правонарушений в сфере незаконной добычи недр, которые удерживают свои позиции на протяжении нескольких лет. Существующие меры ответственности являются недостаточными и не решают проблему не только незаконного пользования недрами, но и в том числе проблему проведения рекультивации земель, нарушенных несанкционированной разработкой карьеров.

Ключевые слова: мониторинг несанкционированных карьеров, нарушенные земли, охрана недр, незаконная добыча недр, вред окружающей среде, рекультивация карьеров, беспилотная съёмка

Для цитирования: Рагулина О.П. 2024. Мониторинг несанкционированных карьеров Белгородской области и анализ правонарушений в сфере недропользования. Региональные геосистемы, 48(2): 198–209. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-198-209

Monitoring of Unauthorized Quarries and Analysis of Subsoil Use Violations in the Belgorod Region

Oksana P. Ragulina

Belgorod State National Research University,
85 Pobeda St, Belgorod 308015, Russia
E-mail: 90483@bsu.edu.ru

Abstract. The article presents the results of the monitoring of unauthorized quarries on the territory of municipalities of the Belgorod region, which was given special attention during the survey of these quarries. Several monitoring methods have been considered for such studies, including remote methods such as remote sensing and unmanned photography. Quarries requiring reclamation have been identified, and these unauthorized quarries have been mapped using GIS technologies. The dynamics of identified offenses in the field of subsoil use for the period from 2019 to 2023 is analyzed. During the analysis, it was found that the number of offenses in this area continues to grow, fines in connection with the restrictions imposed on the conduct of supervisory activities in relation to business entities have decreased. Among the municipalities of the region, there are leaders in the number of offenses in the field

of illegal mining, which have been confirming this for several years. The existing liability measures are insufficient and do not solve the problem not only of illegal use of subsoil, but also, including the reclamation of lands disturbed by unauthorized quarrying.

Keywords: monitoring of unauthorized quarries, disturbed lands, protection of subsoil, illegal mining, environmental damage, reclamation of quarries, unmanned photography.

For citation: Ragulina O.P. 2024. Monitoring of Unauthorized Quarries and Analysis of Subsoil Use Violations in the Belgorod Region. *Regional Geosystems*, 48(2): 198–209. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-198-209

Введение

В последние десятилетия особенно остро стоят вопросы охраны окружающей среды. Немаловажную роль в этом играет также и рациональное пользование природными ресурсами, в том числе недрами. При оценке воздействия хозяйственной деятельности человека на окружающую среду огромное значение имеет текущее состояние территорий вблизи крупных промышленных и сельскохозяйственных предприятий, карьеров по добыче полезных ископаемых, полигонов размещения твёрдых коммунальных отходов и других объектов, оказывающих негативное влияние на компоненты природной среды [Ермолович и др., 2005; Петин, Мининг, 2005]. Для проведения такой оценки необходим систематический мониторинг территорий.

В широком смысле понятие «мониторинг» означает специальную форму наблюдений за текущим изменением тех или иных процессов или объектов в пространстве и во времени, которая осуществляется постоянно. По результатам мониторинга могут быть установлены какие-либо отклонения наблюдаемых показателей или состояний процессов или объектов от их обычных значений или первоначального состояния. А в целях профилактики принимаются меры по минимизации таких отклонений. Но конечной целью любого мониторинга является прогноз будущего состояния происходящих явлений и событий для снижения степени неопределённости, риска при принятии решений [Липина и др., 2021].

На сегодняшний день в России существует система мониторинга окружающей среды, которая была развита в трудах таких учёных, как М.Е. Берлянд, А.А. Варламов, В.С. Тикунов, Г.В. Калабин, Б.И. Кочуров, Б.Г. Саксин и др., также данная система нормативно закреплена в статье 63.1 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [Об охране окружающей среды ..., 2002; Цветков, 2008].

Тем не менее существующая система мониторинга недостаточно конкретизирована для локального уровня, особенно если её применять к задачам, которые связаны с выявлением антропогенных изменений состояния природной среды. В частности, при осуществлении мониторинга за незаконной добычей недр, которая наносит огромный экологический урон окружающей среде [Петин и др., 2012; Крутева, Дегтярева, 2020]. Ведь бесконтрольное незаконное пользование недрами, которые являются собственностью государства, и, как следствие, образование несанкционированных карьеров, оказывает существенное влияние на состояние компонентов природной среды:

- происходит снятие плодородного слоя почвы;
- уничтожается растительность и лесные насаждения;
- нарушается целостность ландшафта;
- загрязняется атмосферный воздух выбросами газообразных и взвешенных веществ;



- загрязняются почвы если на месте образования карьеров образуются несанкционированные свалки твёрдых коммунальных отходов;
- может нарушиться гидрологический режим [Хрисанов и др., 2000; Рагулина, Селюков, 2023].

Неменьший вред наносится и экономике: недополученные налоги в бюджете, в результате проезда крупногабаритной и тяжёлой техники разбивается дорожное покрытие в населённых пунктах, получаемые из такого сырья строительные материалы не отличаются высоким качеством. В результате ежегодно из-за нелегальной добычи полезных ископаемых природа и государство несёт прямой ущерб, исчисляемый в миллионах рублей [Рекомендации по денежной оценке..., 2000].

Белгородская область не является исключением и проблема нелегального пользования общераспространёнными полезными ископаемыми (пески, песчаники, глины, суглинки) стоит особенно остро. Именно поэтому вопрос эффективного и оперативного мониторинга несанкционированных карьеров является особенно актуальным.

Целью данного исследования являлось проведение мониторинга несанкционированных карьеров Белгородской области и анализ правонарушений в сфере недропользования, совершённых на территории области за период с 2019 по 2023 год. Главной задачей на данном этапе будет определить проблемные вопросы при осуществлении мониторинга несанкционированных карьеров и найти пути их решения.

Объекты и методы исследования

В соответствии с требованиями действующего законодательства о недрах пользователи недр при добыче полезных ископаемых имеют целый ряд обязанностей, которые возникают при получении соответствующей лицензии. Как правило, они обязаны обеспечить безопасное ведение работ, соблюдение требований по рациональному использованию и охране недр, охране окружающей среды, также обязаны привести участки земли и других природные объекты, нарушенные при недропользовании, в состояние, которое пригодно для дальнейшего использования, выполнять мероприятия по охране объектов растительного и животного мира и среды их обитания и осуществлять систематический мониторинг состояния недр на предоставленном в пользование участке [Эскин, 1979; О недрах ..., 1992].

Мониторинг несанкционированных карьеров достаточно сложный и неорганизованный процесс ввиду хаотичности образования и выявления таких участков. Проводить такой мониторинг могут надзорные органы в рамках выездных мероприятий при осуществлении государственного экологического контроля. На территории Белгородской области полномочиями за соблюдением законодательства в сфере охраны недр, выявлением фактов незаконной добычи, проведением мониторинга несанкционированных карьеров наделено управление экологического и охотничьего надзора Белгородской области.

Сложности в осуществлении мониторинга несанкционированных карьеров сопряжены с тем, что для полноценного проведения наблюдений необходимо определённое маркшейдерское обеспечение, специальные умения и навыки, либо финансовое обеспечение, позволяющее нанять специализированные организации для проведения работ или оказания услуг, которые включают в себя многоступенчатый исследовательский процесс с использованием специализированного программного обеспечения и дорогостоящего современного оборудования. Для обследования карьеров можно использовать различные методы [Крамаров и др., 2019].

1. Наземные методы, которые являются более традиционными. В ходе инструментального обследования включаются камеральные и полевые работы. Однако по различным производственным причинам, в том числе с учётом человеческого фактора или по-

годных условий, результаты таких исследований часто бывают неточными и, естественно, снижают эффективность.

Дистанционные методы, включающие использование методов дистанционного зондирования и беспилотной съёмки (БПЛА) [Липина, Усиков, 2017].

2. С использованием методов дистанционного зондирования получается идентифицировать карьеры, но помимо них на снимках также зачастую обнаруживаются и другие объекты, которые имеют похожий замкнутый контур и схожую спектральную яркость, что может способствовать неточностям при получении результатов проводимых исследований и увеличит время обработки снимков. Хотя важно отметить, что применение геоинформационных технологий, которые используются при дешифрировании данных дистанционного зондирования, позволяет строить различные карты геологического содержания и формировать различные базы данных на их основе [Симоненко и др., 2017].

Метод беспилотной съёмки характеризуется высокой производительностью, точностью ввиду наличия навигации и специализированного оборудования. Использование беспилотных аппаратов может позволить осуществлять постоянное наблюдение методом воздушного лазерного сканирования и аэрофотосъёмки [Скрипчинский и др., 2016].

Мониторинг с использованием беспилотных летательных аппаратов имеет ряд преимуществ. В-первую очередь, он позволяет выполнить объем работ за достаточно небольшое количество времени, не зависит от влияния ветров и магнитного поля, цифровые модели поверхности и рельефа получаются более детальными, а это обеспечивает полноту и точность проводимых измерений. Такая точность полученных в результате обследования данных позволяет более тщательно и детальнее спланировать рекультивационные мероприятия и принимать управленческие решения в части недопущения в последующем нарушений в сфере незаконной добычи недр [Географический атлас ..., 2018].

Ввиду того, что у надзорных органов как у государственных структур отсутствует дополнительное финансирование на проведение мониторинга несанкционированных карьеров с использованием дистанционными методами, в частности беспилотной съёмки, а также, учитывая ограничения, которые существуют в настоящее время на территории Белгородской области в связи с оперативной обстановкой, для достижения поставленной цели исследования мониторинг осуществлялся с использованием наземного метода, также проведён анализ правонарушений в сфере недропользования за период с 2019 по 2023 год, составлена картосхема карьеров, требующих проведения рекультивации.

Результаты и их обсуждение

По результатам проведённых совместно со специалистами управления экологического и охотничьего надзора Белгородской области мероприятий обследовано 146 несанкционированных карьеров, расположенных на территории муниципальных образований Белгородской области. Общая площадь земель, нарушенных незаконным недропользованием при разработке данных карьеров, составляет более 100 га. Средняя площадь карьеров в Белгородской области составляет 0,7557 га, минимальная площадь несанкционированного карьера составляет 0,017 га (в с. Тишанка Волоконовского района), а максимальная – 17,1 га (в г. Старый Оскол). Количество несанкционированных карьеров, их распределение и средняя площадь по муниципальным образованиям области представлены в табл. 1 [Рагулина, Селюков, 2023; Управление экологического ..., 2024].

В ходе обследования особое внимание уделялось текущему состоянию карьеров, определялись координаты их месторасположения, с использованием гостированных рулеток оценивались геометрические характеристики, определялась ориентировочная площадь карьеров, вид полезного ископаемого. Позже в камеральных условиях был определён кадастровый номер земельного участка и его собственник.

Таблица 1
Table 1

Информация о несанкционированных карьерах на территории
муниципальных образований Белгородской области
Information about unauthorized quarries on the territory of municipalities of the Belgorod region

№ п/п	Муниципальное образование	Количество несанкционированных карьеров, ед.			Средняя площадь карьеров, га
		Всего	Действующие	Недействующие	
1	Алексеевский ГО	8	8	–	1,03
2	г. Белгород	3	1	2	1,05
3	Белгородский район	15	5	10	0,19
4	Борисовский район	2	–	2	0,305
5	Валуйский ГО	14	9	5	1,86
6	Вейделевский район	11	2	9	0,104
7	Волоконовский район	7	7	–	0,593
8	Грайворонский район	4	–	4	0,143
9	Губкинский ГО	2	–	2	0,13
10	Ивнянский район	5	–	5	1,02
11	Корочанский район	5	5	–	1,64
12	Красненский район	1	–	1	0,057
13	Красногвардейский район	5	5	–	0,21
14	Краснояржужский район	4	2	2	1,06
15	Новооскольский район	5	4	1	0,213
16	Прохоровский район	2	2	–	0,58
17	Ракитянский район	8	4	4	0,45
18	Ровеньский район	20	13	7	0,224
19	Старооскольский ГО	5	–	5	4,26
20	Чернянский район	7	6	1	0,798
21	Шебекинский ГО	6	5	1	0,22
22	Яковлевский ГО	7	2	5	0,49
ИТОГО		146	80	66	0,7557

Практически все несанкционированные карьеры расположены преимущественно на земельных участках, находящихся в муниципальной собственности, есть также на землях, находящихся в частной и областной собственности. На каждый карьер составлялся акт обследования и фотоматериалы.

Примеры обследованных карьеров приведены на рис. 1–3.



Рис. 1. Несанкционированный карьер по добыче песка
в с. Курасовка Ивнянского района Белгородской области

Fig. 1. An unauthorized sand quarry in the village of Kurasovka in the Ivnyansky district of the Belgorod region



Рис. 2. Несанкционированный карьер по добыче мела вблизи п. Чернянка Белгородской области
Fig. 2. An unauthorized chalk quarry near the village of Chernyanka, Belgorod region



Рис. 3. Несанкционированный карьер по добыче песка в с. Афанасьевка
Алексеевского городского округа Белгородской области
Fig. 3. An unauthorized sand quarry in the village of Afanasyevka
in the Alekseevsky city district of the Belgorod region

Все полученные материалы переданы администрациям муниципальных районов и городских округов области для разработки паспортов на карьеры, содержащих общие сведения о месторасположении, площади, фактическом состоянии и фотоматериалы на каждый несанкционированный карьер, а также для подготовки планов рекультивации земель, которые должны предусмотреть все необходимые этапы (технический и биологический) [Бортникова и др., 2018; О проведении рекультивации..., 2018].

По итогам проведенного мониторинга несанкционированных карьеров и анализа полученных материалов определены карьеры, подлежащие рекультивации в 2023–2024 годах. Распределение их по муниципальным образованиям области представлено на рис. 4.

Сделать дополнительную оценку и провести очередной мониторинг возможно после завершения всех мероприятий по рекультивации нарушенных земель в полном объеме [Бортникова (Бухонова), Межова, 2015; Иванова, 2015].

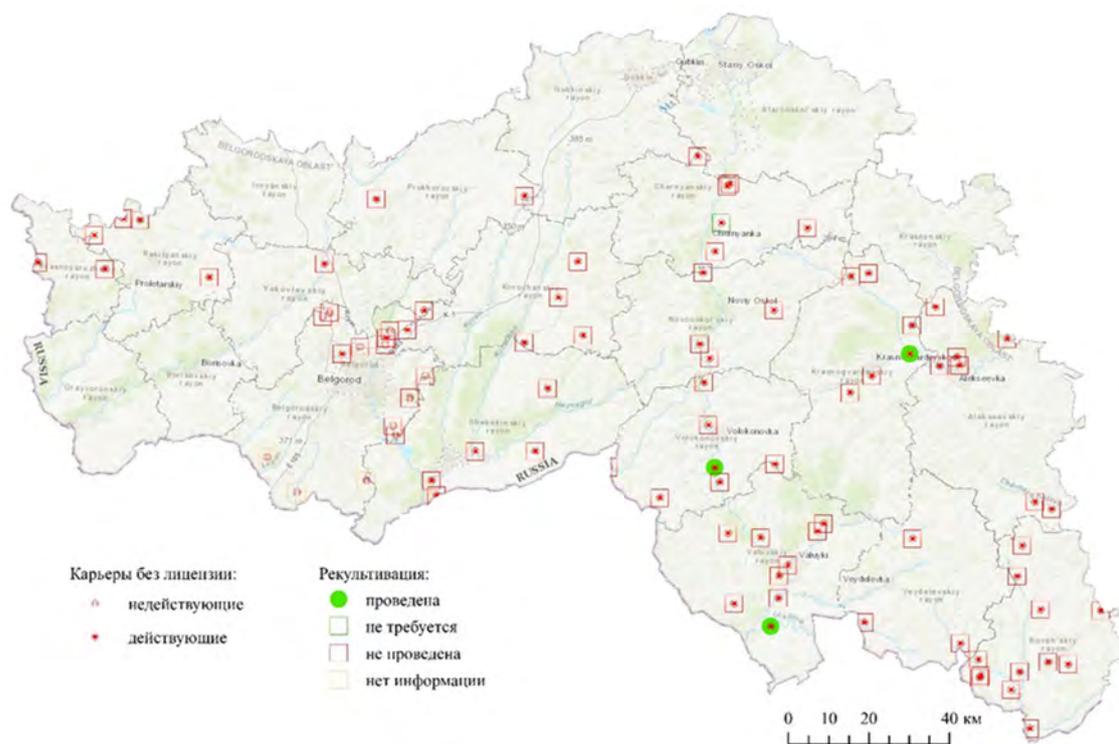


Рис. 4. Расположение несанкционированных карьеров по добыче общераспространённых полезных ископаемых, подлежащих рекультивации
 Fig. 4. Location of unauthorized quarries for the extraction of common minerals subject to reclamation

К сожалению, на территории региона контролирующими органами систематически фиксируются нарушения требований законодательства в сфере охраны недр (ст. 7.3 КоАП РФ) [Кодекс РФ ..., 2001]. Об этом говорится постоянно в докладах и отчётах регионального органа власти, осуществляющего геологический контроль [Управление экологического ..., 2024]. В данном исследовании была проанализирована динамика правонарушений в сфере недропользования за период с 2019 по 2023 год, которые выявлялись на территории Белгородской области практически в каждом муниципальном образовании. Данная динамика представлена в табл. 2. Хотелось бы отметить, что в данной сфере наблюдается рост нарушений и основными здесь являются: пользование недрами без лицензии (ч. 1 ст. 7.3 КоАП РФ) и невыполнение условий пользования недрами (ч. 2 ст. 7.3 КоАП РФ) [Кодекс РФ ..., 2001].

И даже тот факт, что нарушение правил недропользования, которые установлены законом, влекут за собой гражданско-правовую, уголовную, административную, а также дисциплинарную и материальную ответственность, не останавливает нарушителей от совершения противоправных действий.

За период с 2019 по 2023 год по данным управления экологического и охотничьего надзора Белгородской области в указанной сфере совершено около 1000 нарушений, общая сумма штрафов составила более 30000,0 тыс. рублей. Динамика штрафов за указанный период представлена на рис. 5. Однако, несмотря на рост правонарушений, количество штрафов в последние три года значительно сократилось. Если учитывать тот факт, что в докладах и отчётах регионального органа власти, осуществляющего геологический контроль, упоминается о том, что Правительством Российской Федерации с марта 2022 года введены ограничения на проведение большинства контрольных (надзорных) мероприятий в отношении субъектов предпринимательской деятельности, которые действовали и в 2023 году, то снижение количества наложенных штрафов вполне объяснимо. Ведь самые крупные штрафы в сфере незаконной добычи недр налагаются на должностных и юридических лиц. Суммы доходят до одного миллиона рублей [Управление экологического ..., 2024].

Таблица 2
Table 2

Динамика правонарушений в сфере недропользования
по муниципальным образованиям области за период 2019–2023 гг.
Dynamics of offenses in the field of subsoil use by municipalities of the region for the period 2019–2023

№ п/п	Муниципальное образование	2019	2020	2021	2022	2023
		Количество нарушений, ед.				
1	Алексеевский ГО	4	22	5	14	10
2	г. Белгород	16	25	19	6	14
3	Белгородский район	21	29	15	25	4
4	Борисовский район	2	4	3	15	2
5	Валуйский ГО	35	19	22	43	33
6	Вейделевский район	8	4	5	10	9
7	Волоконовский район	5	8	2	5	1
8	Грайворонский район	1	7	4	4	-
9	Губкинский ГО	2	3	-	-	-
10	Ивнянский район	2	2	-	-	4
11	Корочанский район	6	7	6	20	14
12	Красненский район	3	1	-	-	-
13	Красногвардейский район	9	6	11	16	16
14	Краснояржский район	3	5	-	4	16
15	Новооскольский район	11	4	9	10	15
16	Прохоровский район	3	4	4	4	1
17	Ракитянский район	5	-	3	5	36
18	Ровеньский район	12	5	7	20	17
19	Старооскольский ГО	9	12	18	7	3
20	Чернянский район	5	5	4	3	2
21	Шебекинский ГО	16	1	5	11	30
22	Яковлевский ГО	10	3	7	13	4
ИТОГО		188	176	149	235	231

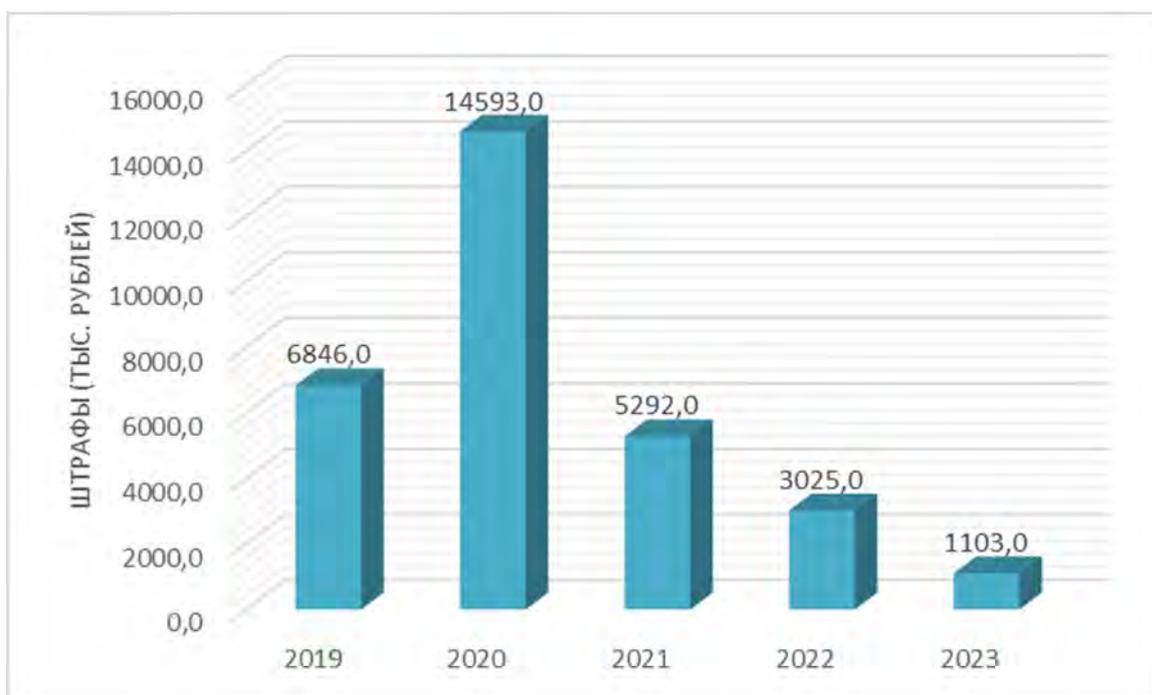


Рис. 5. Динамика штрафов за пользование недрами за период с 2019 по 2023 год
Fig. 5. Dynamics of fines for the use of mineral resources for the period from 2019 to 2023

Следует отметить, что ответственность за нарушение требований законодательства не ограничивается наложением административного штрафа. Существует ещё и уголовная



ответственность за нарушения правил недропользования, которая предусмотрена статьями 253 и 255 главы 26 Уголовного кодекса РФ «Экологические преступления» и статьёй 216 Уголовного кодекса РФ [Уголовный кодекс..., 1996].

В ходе проведённого анализа распределения правонарушений в сфере недропользования по муниципальным образованиям области видно, что в тройку лидеров по количеству таких нарушений попадают Валуйский городской округ, г. Белгород и Белгородский район, Шебекинский городской округ. В последние годы участились случаи выявления нарушений в сфере незаконной добычи недр на территориях Корочанского, Красногвардейского, Ракитянского районов и Новооскольского городского округа. Выше среднего прослеживаются показатели по количеству выявленных правонарушений на территории Ровеньского района, что является нехарактерным для маленького района, в котором преимущественно развито сельское хозяйство и темпы строительства ниже, чем в городских округах и крупных промышленных центрах области.

Исходя из результатов данного исследования можно отметить, что меры ответственности, которые на сегодняшний день применяются и продиктованы действующим законодательством, не могут решить проблему незаконного пользования недрами. Тем более остаются открытыми вопросы проведения мероприятий по уменьшению вредного воздействия на окружающую среду при разработке несанкционированных карьеров по добыче общераспространённых полезных ископаемых и возмещения причинённого государству вреда [Об утверждении Правил..., 2013]. В частности – проведение рекультивации земель, нарушенных незаконной разработкой недр.

А учитывая тот факт, что по результатам обследования установлено, что собственниками таких нарушенных участков являются в основном местные органы власти, то проведение качественной рекультивации с полным комплексом мероприятий остаётся под вопросом.

Заключение

В результате проведённого исследования выявлено, что основным видом негативно-го воздействия несанкционированной разработки общераспространённых полезных ископаемых в области можно обозначить уничтожение природных объектов на площади более 1 км². Ввиду варварского способа добычи, а по сути кражи государственной собственности, полностью отсутствуют какие-либо природоохранные мероприятия, которые направлены на снижение негативного воздействия при разработке объектов недропользования законными пользователями недр, также не проводятся рекультивационные мероприятия. Такие нарушенные земельные участки могут быть выявлены только в ходе проведения специальных мониторинговых мероприятий уполномоченными органами.

Полученные результаты мониторинга несанкционированных карьеров хорошо согласуются с направлениями работы региональных и муниципальных органов власти.

Предлагается направить дальнейшие исследования на использование при возможности новых методов проведения мониторинга незаконной добычи недр, рассмотреть опыт применения беспилотной съёмки, которая характеризуется высокой производительностью и точностью. Внедрение такого рода способов мониторинга в практику осуществления регионального геологического контроля может привести к совершенствованию работы надзорных органов, а также к повышению качества проведения работ при обработке и анализе полученных материалов обследования.

Развитие новых методов мониторинга незаконной добычи недр, в том числе дистанционных, позволит службе в более короткие сроки и на максимально большей территории выявлять и своевременно пресекать факты правонарушений, не допуская или минимизируя причинение вреда окружающей среде.

Данный вопрос требует принятия кардинальных управленческих решений. Использование современных дистанционных методов мониторинга несанкционированных карьеров позволит повысить оперативность получения информации о фактах нарушений законодательства в сфере охраны недр, усилить контроль за использованием недр и привести к снижению затрат, связанных с осуществлением выездных мероприятий.

Список источников

- Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство. 2018. Белгород, Константа, 200 с.
- Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федеральный закон Российской Федерации № 195-ФЗ от 30.12.2001 (ред. от 04.08.2023). Электронный ресурс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/?ysclid=ln7v55a9vi740781168 (дата обращения: 07 апреля 2024).
- Об охране окружающей среды: Федеральный закон Российской Федерации № 7-ФЗ от 10.01.2002 (ред. от 04.08.2023). Электронный ресурс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/?ysclid=lmz7ketdp3202417528 (дата обращения: 07 апреля 2024).
- Об утверждении Правил расчета размера вреда, причиненного недрам вследствие нарушения законодательства РФ о недрах: Постановление Правительства Российской Федерации № 564 от 04.07.2013 (ред. от 10.03.2020). Электронный ресурс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148921/4c57c336697406428c12bf23ddf470a94f51ef75/?ysclid=lmz7rzg9dr719948142 (дата обращения: 07 апреля 2024).
- О недрах: Закон Российской Федерации № 2395-1 от 21.02.1992 (ред. от 28.04.2023). Электронный ресурс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343/?ysclid=lmz7xshndv315130072 (дата обращения: 07 апреля 2024).
- О проведении рекультивации и консервации земель: Постановление Правительства Российской Федерации № 800 от 10.07.2018 (ред. от 07.03.2019). Электронный ресурс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/90e01d185047971fe921b2bb4ea2abe4389a57d5/?ysclid=lvax929npr731113320 (дата обращения: 07 апреля 2024).
- Рекомендации по денежной оценке ресурсов и объектов окружающей среды: адаптация к условиям России методов эколого-экономического учета ООН. 2000. Ярославль, Госкомэкология России, 76 с.
- Уголовный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации № 63-ФЗ от 13.06.1996 (ред. от 06.04.2024) Электронный ресурс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/ (дата обращения: 20 апреля 2024).
- Управление экологического и охотничьего надзора Белгородской области. База данных статистических показателей об административных правонарушениях и причинённого вреда окружающей среде. Электронный ресурс. URL: <http://www.econadzor31.ru/deyatelnost/regionalnyj-nadzor/regionalnyj-gosudarstvennyj-geologicheskij-kontrol-nadzor/> (дата обращения: 17 апреля 2024).
- Хрисанов В.А., Петин А.Н., Яковчук М.М. 2000. Геологическое строение и полезные ископаемые Белгородской области. Белгород, Изд-во БелГУ, 247 с.

Список литературы

- Бортникова Г.А., Межова Л.А., Луговской А.М., Евдокимов М.Ю., Ткачев А.Ю., Рихардт П.В. 2018. Геоэкологическая рекультивация и санация территорий карьеров по добыче строительных материалов. Проблемы региональной экологии, 6: 40–45. <https://doi.org/10.24411/1728-323X-2019-16040>.
- Бортникова Г.А., Межова Л.А. 2015. Геоэкологические проблемы рекультивации и санации карьеров по добыче строительных материалов Воронежской области. В кн.: Комплексные проблемы техносферной безопасности. Материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 12 ноября 2015. Воронеж, Воронежский государственный технический университет: 156–161.
- Ермолович Е.А., Шок И.А., Петин А.Н. 2005. Экологическая безопасность освоения недр. В кн.: Экология, окружающая среда и здоровье населения Центрального Черноземья. Материалы



- Международной конференции, Курск, 15–17 июня 2005. Курск, Курский государственный медицинский университет: 120–124.
- Иванова Л.В. 2015. Зарубежный опыт решения проблем рекультивации земель, нарушенных в процессе недропользования. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), S56: 491–498.
- Крамаров С.О., Храмов В.В., Митясова О.Ю. 2019. Спутниковая идентификация объектов добычи полезных ископаемых на месторождениях, разрабатываемых открытым способом. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 5: 72–79. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2019-05-0-72-79>
- Крутеева О.В., Дегтярева Н.Н. 2020. Управление качеством окружающей среды как один из индикаторов Smart Cities. Бизнес. Образование. Право, 3(52): 217–221. <https://doi.org/10.25683/VOLBI.2020.52.324>
- Липина Л.Н., Трофимов И.Ю., Кононов Ю.В., Кожевникова И.В. 2021. Мониторинг нарушенных земель с использованием геоинформационных технологий (на примере Еврейской автономной области). Международный научно-исследовательский журнал, 11–2(113): 26–32. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.040>
- Липина Л.Н., Усиков В.И. 2017. Состояние изученности вопроса геоинформационных технологий в решении экологических задач. В кн.: Проблемы комплексного освоения георесурсов. Материалы VI Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых, Хабаровск, 05–07 октября 2016. Хабаровск, Институт горного дела ДвО РАН: 205–210.
- Петин А.Н., Мининг С.С. 2005. Минерально-сырьевые ресурсы и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. Белгород, Изд-во БелГУ, 205 с.
- Петин А.Н., Петина В.И., Белоусова Л.И., Гайворонская Н.И., Крамчанинов Н.Н. 2012. Техногенно-минеральные образования железорудных провинций КМА и их влияние на состояние окружающей среды. Проблемы региональной экологии, 4: 41–46.
- Рагулина О.П., Селюков А.О. 2023. Незаконная добыча общераспространённых полезных ископаемых на территории Белгородской области и её последствия. Региональные геосистемы, 47(4): 539–549. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-4-539-549>
- Скрипчинский А.В., Анисеева А.С., Роман А.Н. 2016. Методологические аспекты космического мониторинга недропользования общераспространённых полезных ископаемых в Ставропольском крае. Наука. Инновации. Технологии, 3: 177–194.
- Симоненко Е.В., Лопырев А.А., Криворотова А.А. 2017. Мониторинг земель дистанционным зондированием территории. Новая наука: Теоретический и практический взгляд, 2(4): 205.
- Цветков В.Я. 2008. Мониторинг земель. Современные проблемы науки и образования, 4: 49–50.
- Эскин В.С. 1979. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками. М., Недра, 263 с.

References

- Bortnikova G.A., Mezkhova L.A., Lugovskoy A.M., Evdokimov M.Yu., Tkachyov A.Yu., Rikhardt P.V. 2018. Geo-Environmental Reclamation and Rehabilitation of Areas of the Quarries for Constructional Material Extraction. Regional Environmental Issues, 6: 40–45. <https://doi.org/10.24411/1728-323X-2019-16040>.
- Bortnikova G.A., Mezkhova L.A. 2015. Geoekologicheskie problemy rekul'tivatsii i sanatsii kar'erov po dobyche stroitel'nykh materialov Voronezhskoy oblasti [Geocological Problems of Reclamation and Rehabilitation of Quarries for the Extraction of Building Materials in the Voronezh Region]. In: Kompleksnye problemy tekhnosfernoy bezopasnosti [Complex Problems of Technosphere Safety]. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Voronezh, 12 November 2015. Voronezh, Publ. Voronezhskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet: 156–161.
- Ermolovich E.A., Shok I.A., Petin A.N. 2005. Ekologicheskaya bezopasnost' osvoeniya nedr [Environmental Safety of Subsurface Development]. In: Ekologiya, okruzhayushchaya sreda i zdorov'e naseleniya Tsentral'nogo Chernozem'ya [Ecology, Environment and Health of the Population of the Central Chernozem Region]. Materials of the International Conference, Kursk, 15–17 June 2005. Kursk, Publ. Kurskiy gosudarstvennyy meditsinskiy universitet: 120–124.
- Ivanova L.V. 2015. International Experience of Solving the Problem of Land Reclamation after Mining. Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal), 56: 491–498 (in Russian).



- Kramarov S.O., Khramov V.V., Mityasova O.Yu. 2019. Satellite Identification of Mineral Deposits Under Open Pit Mining. Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal), 5: 72–79 (in Russian). <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2019-05-0-72-79>
- Kruteeva O.V., Degtyareva N.N. 2020. Environmental Quality Management as One of the Smart Cities Indicators. Business. Education. Law, 3(52): 217–221. <https://doi.org/10.25683/VOLBI.2020.52.324>
- Lipina L.N., Trofimov I.Yu, Kononov Yu.V., Kozhevnikova I.V. 2021. Monitoring Disturbed Lands Using Geoinformation Technologies in the Jewish Autonomous Oblast. International Research Journal, 11–2 (113): 26–32. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.040>
- Lipina L.N., Usikov V.I. 2017. Sostoyanie izuchennosti voprosa geoinformatsionnykh tekhnologiy v reshenii ekologicheskikh zadach [The State of Knowledge of the Issue of Geoinformation Technologies in Solving Environmental Problems]. In: Problemy kompleksnogo osvoeniya georesursov [Problems of Integrated Development of Geo-Resources]. Materials of the VI All-Russian Scientific Conference with the participation of foreign scientists, Khabarovsk, 5–7 October 2016. Khabarovsk, Publ. Institut gornogo dela DvO RAN: 205–210.
- Petin A.N., Mining S.S. 2005. Mineral'no-syr'evye resursy i geologo-ekonomicheskaya otsenka mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh [Mineral Resources and Geological and Economic Assessment of Mineral Deposits]. Belgorod, Publ. BelSU, 205 p.
- Petin A.N., Petina V.I., Belousova L.I., Gayvoronskaya N.I., Kramchaninov N.N. 2012. Technogenical and Mineral Formations of Iron-Ore Province KMA and Its Influence on the State of the Environment. Regional Environmental Issues, 4: 41–46 (in Russian).
- Ragulina O.P., Selyukov A.O. 2023. Illegal Mining of Common Minerals in the Belgorod Region and Its Consequences. Regional Geosystems, 47(4), 539–549. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-4-539-549>
- Skripchinskiy A.V., Anikeeva A.S., Roman A.N. 2016. Methodological Aspects of Space Monitoring of Subsoil Use Common Minerals in the Stavropol Region. Science. Innovation. Technologies, 3: 177–194 (in Russian).
- Simonenko E.V., Lopyrev A.A., Krivorotova A.A. 2017. Monitoring zemel' distantsionnym zondirovaniem territorii [Land Monitoring by Remote Sensing of the Territory]. Novaya nauka: Teoreticheskii i prakticheskii vzglyad, 2(4): 205.
- Tsvetkov V.Ya. 2008. Monitoring zemel'[Land Monitoring]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya, 4: 49–50.
- Eskin V.S. 1979. Rekul'tivatsiya zemel', narushennykh otkrytymi razrabotkami [Reclamation of Lands Disturbed by Open-Pit Mining]. Moscow, Publ. Nedra, 263 p.

*Поступила в редакцию 24.04.2024;
поступила после рецензирования 22.05.2024;
принята к публикации 05.06.2024*

*Received April 24, 2024;
Revised May 22, 2024;
Accepted June 05, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Рагулина Оксана Петровна, аспирантка кафедры природопользования и земельного кадастра Института наук о Земле, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Oksana P. Ragulina, Postgraduate Student of the Department of Environmental Management and Land Cadastre, Institute of Earth Sciences, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia



УДК 551.24+504.5+504.064.37
DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-210-220

Пространственная и сезонная изменчивость содержаний NO₂, SO₂ и CO над территорией Беларуси

Гусев А.П., Флерко Т.Г.

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Республика Беларусь, 246028, г. Гомель, ул. Советская, 104
E-mail: andi_gusev@mail.ru; tflerco@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – изучение изменений тропосферных содержаний NO₂, SO₂ и CO на территории Беларуси, измеряемых с помощью космической съемки. По результатам съемки спутника Sentinel-5P TROPOMI (зима и лето 2022 года) получены усредненные концентрации над городами, особо охраняемыми природными территориями и для Беларуси в целом. Установлены значительные сезонные колебания содержаний NO₂, SO₂ и CO. Зимой средние и медианные концентрации SO₂ выше летних в 23,77 и 17,9 раза соответственно; NO₂ – в 3,35 и 2,69 раза, CO – в 1,16 и 1,17 раза. Содержание NO₂ над городами выше, чем над особо охраняемыми природными территориями в 1,2 раза. В летний период наибольшие концентрации NO₂ наблюдались над Гомелем, Гродно, Брестом, Минском, Речицей, Светлогорском; в зимний период – над Минском, Гомелем, Новополоцком, Витебском. Концентрации SO₂ характеризуются сильной пространственно-временной изменчивостью. Концентрации SO₂ и CO над городами и ООПТ близки и статистически значимо от фона не отличаются.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, Sentinel-5P TROPOMI, диоксид серы, диоксид азота, угарный газ, Беларусь

Благодарности: Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № X23КИ-022).

Для цитирования: Гусев А.П., Флерко Т.Г. 2024. Пространственная и сезонная изменчивость содержаний NO₂, SO₂ и CO над территорией Беларуси. Региональные геосистемы, 48(2): 210–220. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-210-220

Spatial and Seasonal Variability of NO₂, SO₂ and CO Contents over the Territory of Belarus

Andrei P. Gusev, Tatsiana G. Flerko

F. Skorina Gomel State University
104 Sovetskaya St, Gomel 246028, Republic of Belarus
E-mail: andi_gusev@mail.ru; tflerco@mail.ru

Abstract. The purpose of the research is to study changes in the tropospheric contents of NO₂, SO₂ and CO on the territory of Belarus, measured using satellite imagery. Based on the results of the Sentinel-5P TROPOMI satellite (winter and summer 2022), average concentrations were obtained over cities, specially protected natural areas and for Belarus as a whole. Significant seasonal fluctuations in the contents of NO₂, SO₂ and CO have been established. In winter, average and median SO₂ concentrations are 23,77 and 17,9 times higher than summer ones, respectively; NO₂ – by 3,35 and 2,69 times, CO – by 1,16 and 1,17 times. The NO₂ content over cities is 1,2 times higher than over specially protected natural areas. In summer, the highest concentrations of NO₂ were observed over Gomel, Grodno, Brest, Minsk, Rechitsa, Svetlogorsk; in winter – over Minsk, Gomel, Novopolotsk, Vitebsk. SO₂ concentrations are characterized by strong spatiotemporal variability. The concentrations of SO₂ and CO over cities and protected areas are close and do not differ statistically significantly from the background.

Keywords: air pollution, Sentinel-5P TROPOMI, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, carbon monoxide, Belarus

Acknowledgements: The research was carried out with the financial support of the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (project No. X23KI-022).

For citation: Gusev A.P., Flerko T.G. 2024. Spatial and Seasonal Variability of NO₂, SO₂ and CO contents over the territory of Belarus. *Regional geosystems*, 48(2): 210–220. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-210-220

Введение

Загрязнение атмосферы – острая экологическая проблема, которая проявляется как на локальном, так и на региональном уровнях¹ [Битюкова, Шимунова, 2020]. Важное экологическое значение среди техногенных загрязнителей за счет массовости и токсичности имеют выбросы диоксида серы (SO₂), диоксида азота (NO₂), угарного газа (CO). Источниками выбросов диоксида серы являются теплоэлектростанции на угле и мазуте, предприятия металлургии и нефтеперерабатывающей промышленности, из природных источников наиболее важны извержения вулканов [Filonchuk et al., 2022]. Антропогенные источники выбросов диоксида азота – автотранспорт, теплоэлектростанции на углеводородном топливе, химическая и нефтехимическая промышленность, металлургия; природные – лесные пожары [Ионов, 2010, Силаев, Силаева, 2018, Тронин и др., 2021]. Источниками угарного газа служат лесные и степные пожары, деятельность живых организмов, выбросы автомобильного транспорта, промышленных предприятий [Курсов, 2015, Бондур и др., 2020].

Совершенствование космических методов привело к появлению спутников, способных осуществлять дистанционные измерения содержания загрязнителей в атмосфере [Ialongo et al. 2019, Filonchuk et al., 2020, Cersosimo et al., 2020, Makineci et al., 2021, Zhu et al., 2021, Khan et al., 2021, Морозова и др., 2022, Shen et al., 2022, Ивлиева, 2023]. Космические методы изучения загрязнения атмосферы имеют как преимущества, так и недостатки по сравнению с наземными измерениями. Среди преимуществ космических методов изучения загрязнения атмосферы: возможность оценки загрязнения в режиме реального времени; оценка загрязнения на региональном уровне; выявление несанкционированных источников выбросов; получение усредненных за любой временной период данных; изучение трансграничного перемещения загрязненного воздуха; оценка загрязнения на труднодоступных территориях. Среди недостатков можно указать: низкое пространственное разрешение, из-за которого нельзя оценивать выбросы от локальных источников; влияние на качество данных метеоусловий, в частности облачности; тропосферные концентрации загрязнителей не могут оцениваться с помощью системы ПДК.

Применение дистанционного зондирования Земли, в частности данных спутника *Sentinel-5P TROPOMI*, для изучения загрязнения атмосферы на территории Беларуси до настоящего времени не имело широкого использования [Прогноз состояния природной..., 2022], а представлено только в единичных работах [Катковский, 2020, Гусев, 2023].

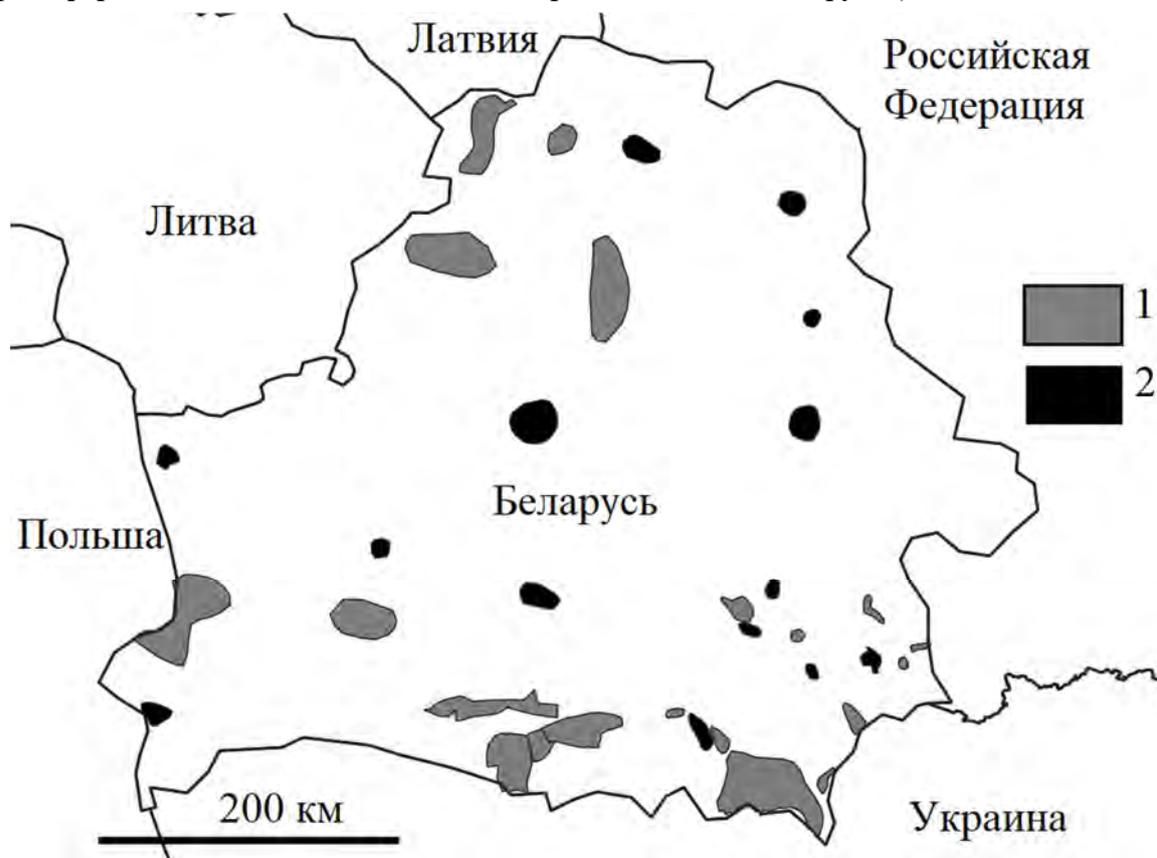
Цель наших исследований – изучение пространственной неоднородности и сезонных колебаний содержаний NO₂, SO₂ и CO в атмосфере над территорией Беларуси на основе съемки спутника *Sentinel-5P TROPOMI*. Решаемые задачи: 1) обработка и преобразование данных дистанционного зондирования (съемка сенсора *TROPOMI* спутника *Sentinel-5P*); 2) определение усреднённых содержаний NO₂, SO₂ и CO над различными территориальными единицами (города, особо охраняемые природные территории); 3) изучение сезонных изменений содержаний NO₂, SO₂ и CO; 4) выяснение вероятных природных и ан-

¹ Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. 2001. Экология. Природа-Человек-Техника. М., ЮНИТИ-ДАНА, 343 с.

тропогенных факторов, влияющих на пространственную неоднородность содержаний изучаемых компонентов.

Объекты и методы исследования

Район исследования – Республика Беларусь (рис. 1). Согласно физико-географическому районированию территория находится в пределах двух природных зон: подтаежных смешанных лесов (север и центр страны) и широколиственных лесов (юг) умеренного пояса. Климат умеренно-континентальный, на западной окраине переходный от морского к континентальному. Средняя годовая температура изменяется от 5,5 °С (северо-восток) до 8,0 °С (юго-запад). Количество осадков колеблется от 550 до 700 мм/год. Рельеф равнинный. Более половины территории характеризуется абсолютными отметками в интервале 150–200 м. В почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые (37 % территории) и дерново-подзолистые заболоченные (33 %) почвы. Растительный покров формируется хвойными, смешанными, лиственными лесами, лугами, болотами. Более половины территории занимают сельскохозяйственные угодья. Численность населения составляет 9,2 млн чел. Плотность населения – 45,3 чел./км². Самыми крупными городами являются Минск (1,995 млн чел.) и Гомель (0,537 млн человек). Наиболее развитые отрасли хозяйства – энергетика, машиностроение, сельское хозяйство, химическая, лесная, добывающая промышленность. Значительное воздействие на окружающую среду оказывают разработка месторождений калийных солей (ОАО «Беларуськалий»), предприятия химической и нефтеперерабатывающей промышленности (Гомельский химический завод, «Гродно Азот», Новополоцкий и Мозырский нефтеперерабатывающие заводы, «СветлогорскХимволокно» и другие).



Объекты: 1 – ООПТ; 2 – города

Рис. 1. Район исследований и расположение территориальных объектов

Fig. 1. Study area and location of territorial objects

Спутник *Sentinel-5P* с сенсором *TROPOMI* (*TROPospheric Monitoring Instrument*), измеряет атмосферные концентрации NO_2 , SO_2 и CO в моль/ м^2 . Наблюдения ведутся ежедневно с октября 2017 года. Пространственное разрешение 5,5 x 3,5 км (7 x 5,5 км – до августа 2019 года). Данные размещены в свободном доступе на сайте NASA (<https://search.earthdata.nasa.gov/>) и представлены в виде архива (xxx.nc).

При обработке использован метод осреднения измерений в заданном временном отрезке, с целью сглаживания случайных колебаний и выделения регулярной составляющей потоков изучаемых компонентов от земной поверхности. Временные интервалы исследований – зима и лето 2022 года. Операционными территориальными единицами являлись города и особо охраняемые природные территории (ООПТ) Беларуси. Для анализа были выбраны 15 городов и 19 ООПТ (для которых удалось набрать представительную выборку измерений каждого поллютанта). Расположение объектов показано на рис. 1.

Обработку данных *Sentinel-5P TROPOMI*, растровые операции, построение картосхем проводили с помощью геоинформационной системы *QGIS*.

Группировка суточных значений каждого показателя в пределах ареала соответствующих объектов и статистическая обработка данных выполнены в программе *MS Excel*. Статистическая обработка включала определение среднего, медианного, среднеквадратичной ошибки, стандартного отклонения, минимального, максимального значений.

Результаты и их обсуждение

Для территории Беларуси в зимний и летний периоды были установлены фоновые содержания поллютантов, измеряемых сенсором *TROPOMI* (табл. 1). Видно, что концентрации всех рассмотренных загрязнителей испытывают существенные сезонные колебания. Средняя концентрация диоксида азота зимой выше, чем летом в 3,35 раза, медианная – в 2,69 раза. В зимний период существенно больше интервал колебаний концентраций. Среднее содержание диоксида серы зимой выше в 23,77 раза, медианное – в 17,9 раза. Интервал колебаний зимой больше в 17,8 раза. Концентрации угарного газа отличаются гораздо меньшей вариабельностью. Однако в зимний период они выше летних (средняя – в 1,17 раза, медианная – в 1,17 раза).

Таблица 1
Table 1

Содержания загрязняющих веществ над территорией Беларуси
(по данным съемки *Sentinel-5P TROPOMI*)
Contents of pollutants over the territory of Belarus (according to *Sentinel-5P TROPOMI* survey data)

Компонент	Сезон	Среднее и ошибка среднего	Медиана	Интервал колебаний	Коэффициент вариации, %
NO_2 , 10^{-3} моль/ см^2	Лето	$0,017 \pm 0,001^*$	0,016	0,088	51,1
	Зима	$0,057 \pm 0,001^{**}$	0,043	0,589	89,9
SO_2 , 10^{-3} моль/ см^2	Лето	$0,293 \pm 0,02$	0,199	5,769	111,3
	Зима	$6,964 \pm 0,045$	3,562	102,937	124,4
CO , моль/ см^2	Лето	$0,0296 \pm 0,0001$	0,0297	0,0315	10,0
	Зима	$0,0348 \pm 0,0001$	0,0348	0,0300	7,9

Рассмотрим изменения содержаний поллютантов над объектами, которые наиболее сильно отличаются друг от друга по наличию в их пределах антропогенных источников выбросов, – над городами и ООПТ (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Содержания загрязняющих веществ над городами и ООПТ
(по данным съемки *Sentinel-5P TROPOMI*)
Contents of pollutants over cities and protected areas (according to *Sentinel-5P TROPOMI* survey data)

Статистика	Сезон	Компонент					
		NO ₂ , 10 ⁻³ моль/см ²		SO ₂ , 10 ⁻³ моль/см ²		CO, моль/см ²	
		Города	ООПТ	Города	ООПТ	Города	ООПТ
Среднее	Лето	0,021	0,017	0,320	0,301	0,0295	0,0303
	Зима	0,065	0,055	7,450	7,860	0,0351	0,0352
Медианное	Лето	0,021	0,017	0,230	0,216	0,0296	0,0300
	Зима	0,054	0,039	4,70	4,960	0,0351	0,0352
Минимальное	Лето	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0210	0,0192
	Зима	0,001	0,001	0,020	0,001	0,0255	0,0267
Максимальное	Лето	0,072	0,077	2,390	5,670	0,0392	0,0421
	Зима	0,455	0,295	70,560	69,58	0,0449	0,0456
Ошибка среднего	Лето	0,001	0,001	0,054	0,035	0,0006	0,0005
	Зима	0,006	0,008	1,360	1,070	0,0005	0,0004
Коэффициент вариации, %	Лето	42,8	52,9	96,9	101,7	8,8	10,2
	Зима	73,8	85,4	124,4	105,9	8,0	7,9

Для диоксида азота имеет место хорошо выраженная закономерность: над территориями городов его средняя концентрация выше, чем над ООПТ в 1,2 раза (и летом, и зимой), а медианная – в 1,2 раза летом и в 1,4 раза зимой. В летний период 13 из 15 городов характеризуются концентрациями этого загрязнителя, превышающими фоновый уровень, в зимний – 5 из 15. Наибольшие средние и медианные концентрации летом наблюдались над Гомелем, Гродно, Брестом, Минском, Речицей, Светлогорском. Зимой наибольшие средние и медианные концентрации – над Минском, Гомелем, Новополоцком, Витебском. Максимальные разовые концентрации обнаружены зимой над Новополоцком ($0,455 \times 10^{-3}$ моль/см²), Минском ($0,379 \times 10^{-3}$ моль/см²) и Гомелем ($0,285 \times 10^{-3}$ моль/см²). На рис. 2 показаны концентрации диоксида азота в августе 2022 года, превышающие $0,05 \times 10^{-3}$ моль/см². Четко выделяются участки с часто повторяемыми высокими концентрациями, преимущественно приуроченные к городам – Минску, Гомелю, Бресту, Гродно.

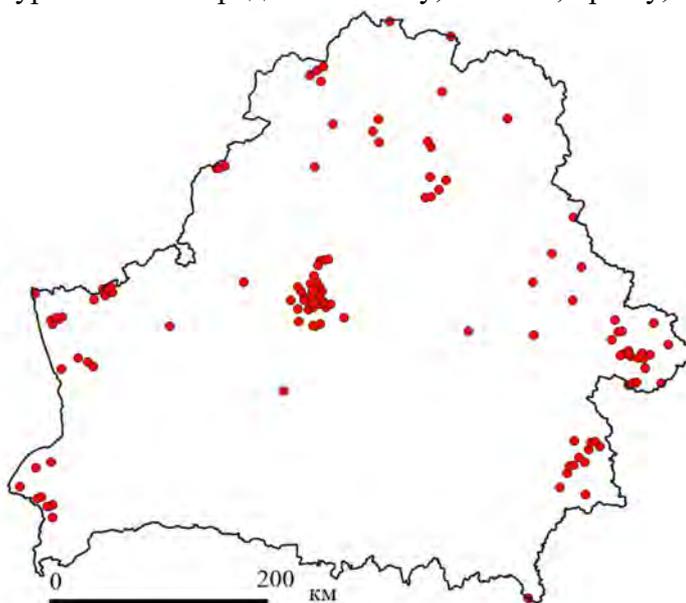


Рис. 2. Высокие (более $0,05 \times 10^{-3}$ моль/см²) концентрации диоксида азота в августе 2022 года
Fig. 2. High (more than $0,05 \times 10^{-3}$ mol/cm²) concentrations of nitrogen dioxide in August 2022

Над ООПТ средние и медианные содержания NO_2 не отличаются от фоновых (как зимой, так и летом), что объясняется отсутствием на охраняемых территориях источников выбросов данного вещества.

Выявленные различия в концентрациях NO_2 над городами и ООПТ объясняются тем, что источниками выбросов являются энергетика на углеводородном топливе, автотранспорт, химическая и нефтехимическая промышленность. В случае ООПТ потенциальным источником поступления NO_2 в атмосферу могут служить пожары.

Для содержания диоксида серы характерна сильная пространственно-временная изменчивость. Его средняя и медианная концентрации над городами выше фоновых значений для Беларуси, однако различия статистически недостоверны. В летний период над 10 городами из 15 среднее содержание SO_2 превышает фон. Статистически достоверные отличия от фона наблюдаются только для 2 городов (Новополоцк, Светлогорск). Максимальные усредненные содержания SO_2 отмечены над Новополоцком (в 1,35 раза выше фона), Светлогорском (в 1,33 раза), Добрушом (1,29 раза), Жлобином (1,29 раза), Минском (1,2 раза). Наибольшие разовые концентрации имели место над Минском (в 8,2 раз выше фона), Брестом (в 8,1 раза), Гродно (в 7,4 раза), Новополоцком (в 6,8 раза). В зимний период статистически значимые превышения фона не отмечены вообще. Наибольшие концентрации имели место над Могилевом, Новополоцком, Речицей, Витебском.

Летом среднее и медианное содержания диоксида серы над ООПТ также оказалось несколько выше фона (отличия статистически недостоверны). При этом превышение фона наблюдалось над 11 ООПТ из 19. Наибольшая усредненная за летний период величина была характерна для Березинского биосферного заповедника (в 1,38 раза выше фона), для национального парка «Браславские озера» (в 1,3 раза), для ландшафтного заказника «Выдрица» (в 1,26 раза), для водно-болотного заказника «Днепр» (в 1,22 раза). Наибольшие разовые концентрации имели место над национальным парком «Браславские озера» (19,3 раза выше фона), Березинским биосферным заповедником (в 17,6 раза), над заказником «Выгонощанским» (в 16,7 раза), над национальным парком «Беловежская Пуща» (в 8,1 раза). В зимний период как средняя, так и медианная концентрации над ООПТ оказались даже выше, чем над городами. Так, высокие средние и медианные концентрации имели место над национальным парком «Браславские озера», заказниками «Ельня», «Смычок», «Ипуть». Максимальные разовые концентрации – над Березинским биосферным заповедником ($69,58 \times 10^{-3}$ моль/см²), национальным парком «Браславские озера» ($68,89 \times 10^{-3}$ моль/см²), национальным парком «Нарочанский» ($52,92 \times 10^{-3}$ моль/см²). Выявленные закономерности объясняются тем, что пространственно-временные колебания содержания SO_2 над территорией Беларуси обусловлены преимущественно трансграничным переносом, то есть влиянием источников выбросов, находящихся за пределами страны [Гусев, 2023].

В летний период содержание угарного газа над городами изменялось от 0,0278 до 0,0313 моль/см². Средняя и медианная величина над городами не отличалась от фоновых значений. Наибольшие средние концентрации CO отмечены над Гомелем (0,0307 моль/см²), Речицей (0,0313), Жлобином (0,0304), Светлогорском (0,0302). Тогда как над самым крупным городом Минском – 0,0292 моль/см². Средняя и медианная величина концентрации CO над ООПТ превышает фоновые значения, однако отличия статистически недостоверны. Максимальные разовые концентрации CO обнаружены над национальным парком «Беловежская Пуща» (0,0421), водно-болотным заказником «Средняя Припять» (0,0411), заказником «Ольманские болота» (0,0398), национальным парком «Припятский» (0,0396), а также над городами – Речицей (0,0393) и Светлогорском (0,0392). В зимний период концентрация CO повышалась относительно лета в 1,19 раза над городами и в 1,16 раза над ООПТ. Содержания над городами и ООПТ очень близки. Полученные данные свидетельствуют, что в условиях Беларуси поток CO , вызванный

биологическими процессами и, вероятно, в определенной мере лесными пожарами, больше потока, обусловленного выбросами промышленности и транспорта.

На рис. 3 и 4 показаны соответственно максимальные концентрации SO_2 и CO в августе 2022 года. Видно, что их пространственное распределение не имеет привязки к городам. Высокие содержания SO_2 распределены по территории относительно равномерно, а высокие концентрации CO приурочены к югу Беларуси, находятся на значительном удалении от промышленно развитых регионов.

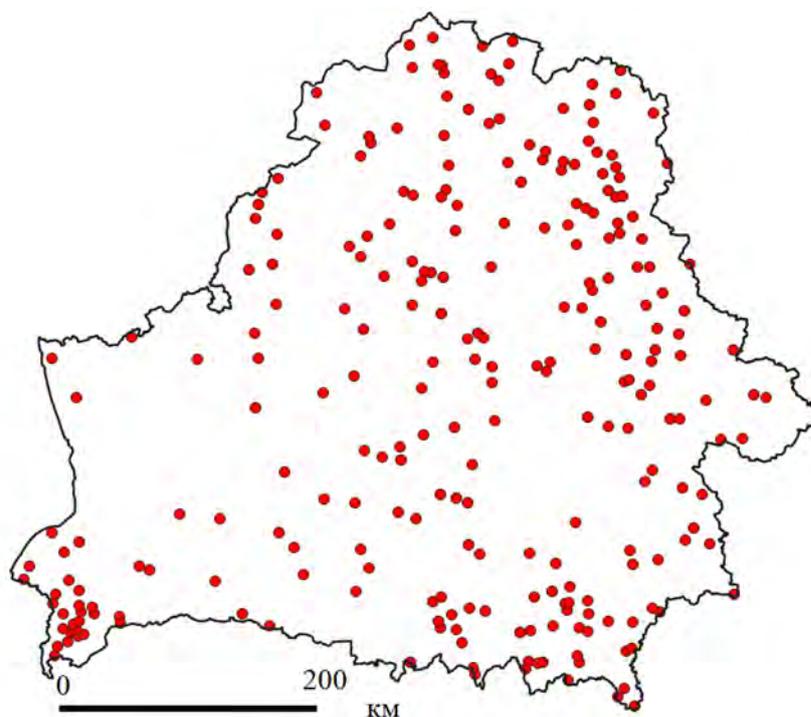


Рис. 3. Высокие (более $1,0 \cdot 10^{-3}$ моль/см²) концентрации диоксида серы в августе 2022 года
Fig. 3. High (more than $1,0 \cdot 10^{-3}$ mol/cm²) concentrations of sulfur dioxide in August 2022

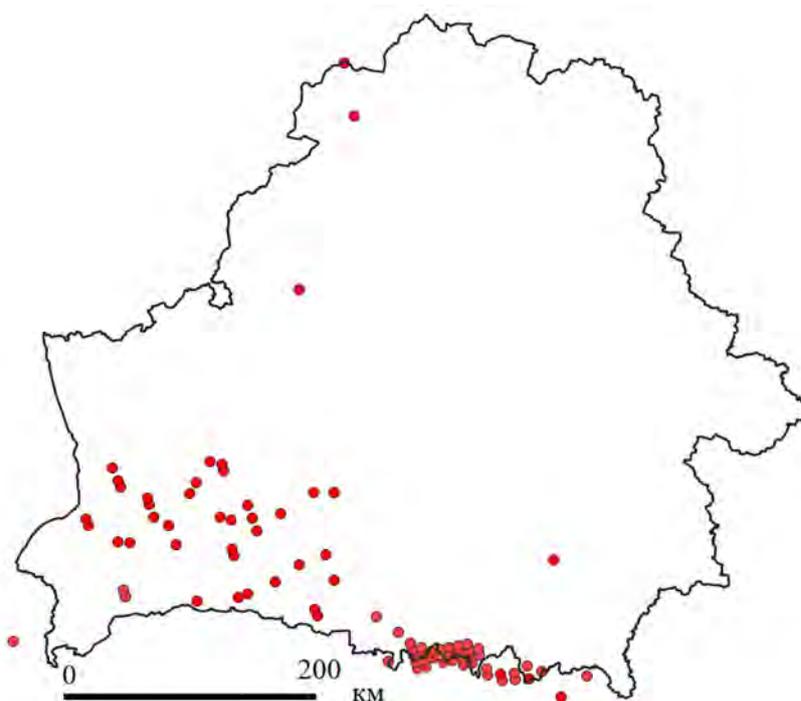


Рис. 4. Высокие (более 0,04 моль/см²) концентрации угарного газа в августе 2022 года
Fig. 4. High (more than 0,04 mol/cm²) concentrations of carbon monoxide in August 2022

Заключение

Таким образом, на основе анализа космической съемки спутника *Sentinel-5P TROPOMI* территории Беларуси установлено следующее:

- имеют место значительные сезонные колебания содержаний диоксида серы, диоксида азота и угарного газа; зимние средние и медианные концентрации диоксида серы выше летних в 23,77 и 17,9 раза соответственно; диоксида азота – в 3,35 и 2,69 раза, угарного газа – в 1,16 и 1,17 раза;
- содержание диоксида азота над городами выше, чем над ООПТ в 1,2 раза летом и зимой; над ООПТ концентрации NO_2 не отличаются от фоновых; выявленные различия в концентрациях NO_2 над городами и ООПТ обусловлены преобладанием антропогенных потоков данного компонента; в летний период наибольшие концентрации NO_2 наблюдались над Гомелем, Гродно, Брестом, Минском, Речицей, Светлогорском; в зимний период – над Минском, Гомелем, Новополоцком, Витебском;
- концентрации диоксида серы характеризуются сильной пространственно-временной изменчивостью; между содержаниями SO_2 над городами и ООПТ различия статистически незначимые; содержания SO_2 , превышающие фон, наблюдались над ООПТ;
- в зимний и летний периоды содержания CO над городами и ООПТ близки и статистически значимо от фона не отличаются; в зимний период концентрация CO повышалась относительно лета в 1,19 раза над городами и в 1,16 раза над ООПТ.

Выявленные закономерности объясняются тем, что пространственно-временные колебания содержания SO_2 над территорией Беларуси обусловлены преимущественно трансграничным переносом, то есть влиянием внешних источников выбросов. На потоки CO , вероятно, в значительной степени оказывают влияние биологические процессы. Исходя из полученных результатов видно, что каждый из рассмотренных поллютантов имеет свои особенности пространственного распределения концентраций в пределах Беларуси.

Список литературы

- Битюкова В.Р., Шимунова А.А. 2020. Региональный анализ дифференциации промышленного загрязнения атмосферы на постсоветском пространстве. Региональные исследования, 4: 82–96. <https://doi.org/10.5922/1994-5280-2020-4-7>.
- Бондур В.Г., Воронова О.С., Черепанова Е.В., Цидилина М.Н., Зима А.Л. 2020. Пространственно-временной анализ многолетних природных пожаров и эмиссий вредных газов и аэрозолей в России по космическим данным. Исследования Земли из космоса, 4: 3–17. <https://doi.org/10.31857/S0205961420040028>.
- Гусев А.П. 2023. Оценка риска деградации лесных геосистем под воздействием загрязнения атмосферы на основе съемки сенсора TROPOMI спутника Sentinel-5P (на примере восточной части Белорусского Полесья). Российский журнал прикладной экологии, 1: 10–15. <https://doi.org/10.24852/2411-7374.2023.1.10.15>.
- Ивлиева М.С. 2023. Исследование загрязнения приземной атмосферы в Тульской области с использованием сервисов Copernicus. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 3: 551–554.
- Катковский Л.В. 2020. Определение загрязнения атмосферы мегаполисов по данным космической съемки. Журнал Белорусского государственного университета. Физика, 3: 4–16. <https://doi.org/10.33581/2520-2243-2020-3-4-16>.
- Курсов С.В. 2015. Монооксид углерода: физиологическое значение и токсикология. Медицина неотложных состояний, 6(69): 9–16.
- Морозова А.Э., Сизов О.С., Елагин П.О., Агзамов Н.А. 2022. Интегральная оценка качества атмосферного воздуха в крупнейших городах России на основе данных TROPOMI (Sentinel-5P) за 2019-2020 гг. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 19(4): 23–39. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2022-19-4-23-39>.
- Прогноз состояния природной среды Беларуси на период до 2035 года. 2022. Минск, Беларуская навука, 332 с.



- Силаева П.Ю., Силаев А.В. 2018. Особенности рассеивания выбросов диоксида азота предприятиями энергокомплекса и их влияние на население мегаполисов. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности, 26(1): 63–72. <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2018-26-1-63-72>.
- Тронин А.А., Киселёв А.В., Васильев М.П., Седеева М.С., Неробелов Г.М. 2021. Мониторинг содержания диоксида азота в воздушном бассейне России по спутниковым данным в условиях пандемии COVID-19. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 18(3): 309–313. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2021-18-3-309-313>.
- Cersosimo A., Serio C., Masiello G. 2020. TROPOMI NO₂ Tropospheric Column Data: Regridding to 1 km Grid-Resolution and Assessment of their Consistency with In Situ Surface Observation. Remote Sensing, 12(14): 2212–2235. <https://doi.org/10.3390/rs12142212>.
- Filonchik M., Hurynovich V., Yan H., Gusev A., Shpilevskaya N. 2020. Impact Assessment of COVID-19 on Variations of SO₂, NO₂, CO and AOD over East China. Aerosol and Air Quality Research, 20: 1530–1540. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.05.0226>.
- Filonchik M., Peterson M.P., Gusev A., Fengning H., Haowen Ya., Liang Zh. 2022. Measuring Air Pollution from the 2021 Canary Islands Volcanic Eruption. Science of the Total Environment, 849: 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157827>.
- Ialongo I., Virta H., Eskes H., Hovila J., Douros J. 2019. Comparison of TROPOMI/Sentinel-5 Precursor NO₂ Observation with Ground-Based Measurements in Helsinki. Atmospheric Measurement Techniques, 13: 205–218. <https://doi.org/10.5194/amt-13-205-2020>.
- Ionov D.V. 2010. Tropospheric NO₂ Trend Over St. Petersburg (Russia) as Measured from Space. Russian Journal of Earth Sciences, 11(4): ES4004. <https://doi.org/10.2205/2010ES000437>.
- Khan R., Kumar K.R., Zhao T. 2021. Assessment of Variations of Air Pollutant Concentrations During the COVID-19 Lockdown and Impact on Urban Air Quality in South Asia. Urban Climate, 38: 100908. <https://doi.org/j.uclim.2021.100908>.
- Makineci H.B., Arkan D., Alkan D., Karasaka L. 2021. Spatio-temporal Analysis of Sentinel-5P Data of Konya City Between 2019–2021. Harita Dergisi, 170: 23–40.
- Shen L., Gautam R., Omara M., Zavala-Araiza D., Maasackers J.D., Scarpelli T.R., Lorente A., Lyon D., Sheng J., Varon D.J., Nesser H., Qu Zh., Lu X., Sulprizio M.P., Hamburg S.P., Jacob D.J. 2022. Satellite Quantification of Oil and Natural Gas Methane Emissions in the US and Canada Including Contributions from Individual Basins. Atmospheric Chemistry and Physics, 22: 11203–11215. <https://doi.org/10.5194/acp-22-11203-2022>.
- Zhu Z., Chen B., Zhao Y., Ji Y. 2021. Multi-Sensing Paradigm Based Urban Air Quality Monitoring and Hazardous Gas Source Analyzing: a Review. Journal of Safety Science and Resilience, 2(3): 131–145. <https://doi.org/10.1016/j.jnlssr>.

References

- Bitjukova V.R., Shimunova A.A. 2020. Regional Analysis of Differentiation in Air Pollution from Manufacturing at the Post-Soviet Territories. Regional Studies, 4: 82–96 (in Russian). <https://doi.org/10.5922/1994-5280-2020-4-7>.
- Bondur V.G., Voronova O.S., Cherepanova E.V., Tsidilina M.N., Zima A.L. 2020. The Spatiotemporal Analysis of Multiannual Wildfires and Trace Gas and Aerosol Emissions in Russia Based of Satellite Data. Earth Observation and Remote Sensing, 4: 3–17 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0205961420040028>.
- Gusev A.P. 2023. Evaluation of the risk of degradation of forest geosystems under the influence of atmospheric pollution based on the shooting of the sensor of the TROPOMI Sentinel-5P (on the example of the eastern part of the Belarusian Polesie). Russian Journal of Applied Ecology, 1: 10–15 (in Russian). <https://doi.org/10.24852/2411-7374.2023.1.10.15>.
- Ivlieva M.S. 2023. Investigation of Surface Atmosphere Pollution in the Tula Region Using Copernicus Services. Izvestiya Tula State University. Tekhnicheskkiye nauki, 3: 551–554 (in Russian).
- Katkovsky L.V. 2020. Determination of Atmospheric Pollution of Megapolis by Space Data. Journal of the Belarusian State University. Physics, 3: 4–16 (in Russian). <https://doi.org/10.33581/2520-2243-2020-3-4-16>.
- Kursov S.V. 2015. Monooksid ugleroda: fiziologicheskoye znacheniyе i toksikologiya [Carbon Monoxide: Physiological Significance and Toxicology]. Meditsina neotlozhnyy sostoyaniy, 6(69): 9–16.

- Morozova A.E., Sizov O.S., Elagin P.O., Agzamov N.A. 2022. Integral Assessment of Atmospheric Air Quality in the Largest Cities of Russia Based on Tropomi (Sentinel-5p) Data for 2019-2020. Current Problems in Remote Sensing of the Earth From Space, 19(4): 23–39 (in Russian). <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2022-19-4-23-39>
- Prognoz sostoyaniya prirodnoy sredy Belarusi na period do 2035 goda [Forecast of the State of the Natural Environment in Belarus for the Period Until 2035]. 2022. Minsk, Publ. Belaruskaya nauka, 332 p.
- Silaeva P.Yu., Silaev A.V. 2018. Peculiarities of Dispersion of Nitrogen Dioxide Emissions by the Energy Complex Enterprises and Their Impact on the Population of Megapolises. RUDN Journal of Ecology and Life Safety, 26(1): 63–72 (in Russian). <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2018-26-1-63-72>.
- Tronin A.A., Kiselev A.V., Vasiliev M.P., Sedeeva M.S., Nerobelov G.M. 2021. Monitoring NO₂ content in the atmosphere of Russia using satellite data during COVID-19 pandemic. Current Problems in Remote Sensing of the Earth From Space, 18(3): 309–313 (in Russian). <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2021-18-3-309-313>.
- Cersosimo A., Serio C., Masiello G. 2020. TROPOMI NO₂ Tropospheric Column Data: Regridding to 1 km Grid-Resolution and Assessment of their Consistency with In Situ Surface Observation. Remote Sensing, 12(14): 2212–2235. <https://doi.org/10.3390/rs12142212>.
- Filonchik M., Huryovich V., Yan H., Gusev A., Shpilevskaya N. 2020. Impact Assessment of COVID-19 on Variations of SO₂, NO₂, CO and AOD over East China. Aerosol and Air Quality Research, 20: 1530–1540. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.05.0226>.
- Filonchik M., Peterson M.P., Gusev A., Fengning H., Haowen Ya., Liang Zh. 2022. Measuring Air Pollution from the 2021 Canary Islands Volcanic Eruption. Science of the Total Environment, 849: 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157827>.
- Ialongo I., Virta H., Eskes H., Hovila J., Douros J. 2019. Comparison of TROPOMI/Sentinel-5 Precursor NO₂ Observation with Ground-Based Measurements in Helsinki. Atmospheric Measurement Techniques, 13: 205–218. <https://doi.org/10.5194/amt-13-205-2020>.
- Ionov D.V. 2010. Tropospheric NO₂ Trend Over St. Petersburg (Russia) as Measured from Space. Russian Journal of Earth Sciences, 11(4): ES4004. <https://doi.org/10.2205/2010ES000437>.
- Khan R., Kumar K.R., Zhao T. 2021. Assessment of Variations of Air Pollutant Concentrations During the COVID-19 Lockdown and Impact on Urban Air Quality in South Asia. Urban Climate, 38: 100908. <https://doi.org/j.uclim.2021.100908>.
- Makineci H.B., Arıkan D., Alkan D., Karasaka L. 2021. Spatio-temporal Analysis of Sentinel-5P Data of Konya City Between 2019-2021. Harita Dergisi, 170: 23–40.
- Shen L., Gautam R., Omara M., Zavala-Araiza D., Maasackers J.D., Scarpelli T.R., Lorente A., Lyon D., Sheng J., Varon D.J., Nesser H., Qu Zh., Lu X., Sulprizio M.P., Hamburg S.P., Jacob D.J. 2022. Satellite Quantification of Oil and Natural Gas Methane Emissions in the US and Canada Including Contributions from Individual Basins. Atmospheric Chemistry and Physics, 22: 11203–11215. <https://doi.org/10.5194/acp-22-11203-2022>.
- Zhu Z., Chen B., Zhao Y., Ji Y. 2021. Multi-Sensing Paradigm Based Urban Air Quality Monitoring and Hazardous Gas Source Analyzing: a Review. Journal of Safety Science and Resilience, 2(3): 131–145. <https://doi.org/10.1016/j.jnlssr>.

*Поступила в редакцию 16.04.2024;
поступила после рецензирования 27.04.2024;
принята к публикации 25.05.2024*

*Received April 16, 2024;
Revised April 27, 2024;
Accepted May 25, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гусев Андрей Петрович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, заведующий кафедрой геологии и географии, Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Беларусь

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Andrei P. Gusev, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Geology and Geography of Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus



Флерко Татьяна Григорьевна, кандидат географических наук, доцент кафедры геологии и географии, Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Беларусь

Tatsiana G. Flerko, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Geology and Geography of Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus



УДК 504.064.2

DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-221-235

Анализ экологической безопасности военных полигонов по факторам рельефа и геохимического загрязнения почв

¹Пантелеев Д.А., ¹Базарский О.В., ¹Кочетова Ж.Ю., ²Анциферова Г.А., ³Ларионов А.Н.

¹ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,

Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А

²ВГУ «Воронежский государственный университет»,

Россия, 394018, г. Воронеж, Университетская площадь, 1

³ВГАУ «Воронежский государственный аграрный университет»,

Россия, 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1

E-mail: dmitryipantelev@mail.ru, arhangelskaya49@mail.ru, zk_vva@mail.ru, office@main.vsu.ru

Аннотация. Военная деятельность наносит огромный вред экологическому состоянию окружающей среды. Особое место в данном случае занимают военные полигоны, на которых испытывается и применяется огромное количество различного оружия. Поэтому для оценки экологического ущерба и планирования мероприятий по регенерации почвенного покрова актуальна разработка новых подходов к прогнозированию развития экологической ситуации на территориях объектов военной деятельности. Существующие методы и нормативы непригодны для оценки экологической безопасности почв при воздействии нескольких факторов, оказывающих влияние на их деградацию. В данном случае под деградацией почв понимается трехмерное изменение рельефа территории с вариациями по глубине не более 10 м (воронки от взрывов) и ее геохимическое загрязнение. В основу методики положена модифицированная рекуррентная модель Ферхюльста, используемая в разных областях знаний для описания систем динамического хаоса. Для оценки и прогноза состояния экологических систем используется понятие, предложенное авторами ранее, – геоэкологическая энтропия, которая изменяется в интервале $[0, 4]$ и определяет уровень их устойчивости в диапазоне от 0 до 1. Методика апробирована на участке типичного авиационного полигона в Центральном федеральном округе. Показано, что его многофакторная экологическая безопасность в целом находится на низком уровне (компенсируемый экологический кризис). Сделан прогноз развития экологической ситуации на полигоне на ближайшие 30 лет. Даны рекомендации по проведению реабилитации почвенного покрова авиационного полигона. Цель настоящего исследования – построение многофакторной методики оценки физической и химической деградации почв в результате военных действий.

Ключевые слова: энтропия, модель, военные полигоны, деградация рельефа, загрязнение почв, цифровые карты, воронки от взрывов, тяжелые металлы

Для цитирования: Пантелеев Д.А., Базарский О.В., Кочетова Ж.Ю., Анциферова Г.А., Ларионов А.Н. 2024. Анализ экологической безопасности военных полигонов по факторам рельефа и геохимического загрязнения почв. Региональные геосистемы, 48(2): 221–235. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-221-235

Analysis of the Environmental Safety of Military Landfills by Factors of Relief and Geochemical Soil Pollution

¹Dmitry A. Pantelev, ¹Oleg V. Bazarskii, ¹Zhanna Yu. Kochetova,

²Galina A. Antsiferova, ³Alexey N. Larionov

¹Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force

Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin",

54A Starykh Bol'shevikov St, Voronezh 394064, Russia

²Voronezh State University,

1 University Sq, Voronezh 394018, Russia

³Voronezh State Agrarian University,

1 Michurina St, Voronezh 394087, Russia

E-mail: dmitryipantelev@mail.ru, arhangelskaya49@mail.ru, zk_vva@mail.ru, office@main.vsu.ru

Abstract. Military activities have a huge impact on the ecological state of the environment. A special place in this case is occupied by military ranges, where a huge number of different weapons and armaments are tested



and used. Therefore, for assessment environmental damage and planning measures for the regeneration of soil cover, it is relevant to develop new approaches to forecasting the development of the environmental situation in the territories of military facilities. The existing methods and standards are unsuitable for assessing the environmental safety of soils when exposed to several factors affecting their degradation. In this case, soil degradation refers to a three-dimensional change in the terrain of the territory with variations in depth of no more than 10 m (craters from explosions) and its geochemical contamination. The methodology is based on a modified recurrent Ferhulst model used in various fields of knowledge to describe dynamic chaos systems. To assess and forecast the state of ecological systems, the concept proposed by the authors earlier is used – geoeological entropy, which varies in the range [0, 4] and determines the level of their stability in the range from 0 to 1. The technique has been tested on a site of a typical aviation landfill in the Central Federal District. It is shown that its multifactorial environmental safety is generally at a low level (compensated environmental crisis). A forecast of the development of the environmental situation at the landfill for the next 30 years has been made. Recommendations are given for the rehabilitation of the soil cover of the aviation landfill. The purpose of this study is to build a multifactorial methodology for assessing the physical and chemical degradation of soils as a result of military operations.

Keywords: military ecology, military ranges, terrain degradation, soil pollution, mapping, digital maps, blast craters, heavy metals

For citation: Pantelev D.A., Bazarsky O.V., Kochetova Zh.Yu., Antsiferova G.A., Larionov A.N. 2024. Analysis of the Environmental Safety of Military Landfills by Factors of Relief and Geochemical Soil Pollution. *Regional geosystems*, 48(2): 221–235. (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-221-235

Введение

Математическая модель для описания процессов динамического хаоса предложена бельгийским математиком Пьером Франсуа Ферхюльстом. Согласно этой модели, малые ошибки предыдущих детерминированных циклов накапливаются, что приводит к скачкообразному переходу системы от динамического развития системы к хаотическому [Lorenz, 1963; Feigenbaum, 1978]. Уравнение Ферхюльста успешно применяется для описания гидродинамических и метеорологических процессов, характеризующихся неустойчивостью к незначительным изменениям начальных условий на больших рядах наблюдений. При этом существует «горизонт прогноза», когда динамическое развитие системы сменяется хаотическим и предсказать ее поведение становится невозможным [Лоренц, 1981]. Геоэкологические процессы с позиций динамического хаоса изучены мало, однако некоторые авторы считают перспективным развитие этого нового направления в экологии [Розенберг, 2011; Сулак, 2014].

Ранее предложена и исследована энтропийная модель динамического хаоса для оценки экологической безопасности антропогенно измененных систем [Базарский, Кочетова, 2021; Базарский и др., 2023]. При малых уровнях деградации окружающей среды ее энтропия мала, система является детерминированной, абсолютно предсказуемой, при этом ее экологическая безопасность максимальна (близка к единице). При увеличении деградации система становится стохастической, а уровень ее экологической безопасности можно предсказать с некоторой вероятностью. При значительных уровнях деградации наступает первая бифуркация, когда система самопроизвольно может улучшить или ухудшить свое экологическое состояние с вероятностями 0,5. При дальнейшем увеличении техногенной нагрузки система переходит в хаотическое состояние с множеством бифуркаций, становится абсолютно непредсказуемой, и ее экологическая безопасность стремится к нулю.

Деградация почв военных полигонов и территорий боевых действий происходит под влиянием множества факторов, основными из которых являются физическое изменение рельефа и химическое загрязнение почв токсичными веществами. Применение современного мощного оружия в течение даже незначительного времени приводит к катастрофическим последствиям для экосистем, масштабные территории надолго становятся непригодными для ведения хозяйственной деятельности [Зонн и др., 2002; Харьковина, 2004; Кочетова и др., 2023]. Методики оценки экологической безопасности антропогенно нагруженных территорий при многофакторной их деградации не существует, хотя в свете современных войн с использованием средств поражения высокой мощности эта проблема является чрезвычайно актуальной [Дрозд, 2023].

Предложенная авторами модель базируется на новом понятии – «геоэкологическая энтропия». Для ее оценки статистический ряд экологических измерений разбивается на несколько градаций. Энтропия каждой градации рассчитывается как произведение повторяемости градаций на логарифмы коэффициентов опасности градации. Коэффициенты опасности определяются по стандартным методикам как соотношение измеренных значений (концентраций токсикантов, площадей нарушенных земель) на их фоновые уровни, характерные для исследуемой территории [Рычагов, 2018; СанПиН 1.2.3685-21]. Область определения геоэкологической энтропии лежит в пределах от нуля до четырех. Уровень экологической безопасности системы рассчитывается по модифицированному соотношению Ферхюльста, где управляющим параметром является геоэкологическая энтропия [Компьютеры..., 1988].

На примере авиационной части военного полигона с применением построенной энтропийной модели динамического хаоса оценены уровни экологической безопасности деградации рельефа и химического загрязнения почв по отдельности, что подробно изложено в работах [Базарский и др., 2022; Пантелеев и др., 2023].

Объекты и методы исследования

Полигон «Погоново» находится на расстоянии 10 км от г. Воронежа. Общая площадь полигона составляет 300 га. Он расположен в междуречье рек Воронеж и Дон, в средней его части проходит водораздел. Грунт полигона по максимальной глубине воронок – мелкозернистый песок, характеризующийся низкой устойчивостью по склонам. Полигон находится в заповедном лесу между миллионным городом Воронежем и «воронежским Байкалом» – озером Погоново (рис. 1). Озеро входит в число памятников природы Воронежской области, в нем в изобилии водились окунь, серебряный карась, плотва, лещ, сазан, щука, судак. Среди водоплавающих птиц обитали чайки, цапли и множество других редких птиц. В 1970-х годах на берегу озера располагалась усадьба рыбного хозяйства.

Территориально полигон приурочен к Воронежской флювиогляциальной гряде – уникальному по размерам и происхождению образованию в западном секторе Донского ледникового языка, сформировавшегося на стадии отмирания краевого сегмента ледника (рис. 2). Гряда простирается с севера на 180 км от с. Хлевное Липецкой обл. до устья реки Игорец, проходит по водоразделу р. Дон и р. Воронеж. По левобережью р. Дон и к югу от устья р. Игорец гряда сохранилась в виде останца на междуречье р. Дон и р. Битюг. В рельефе представляет собой вал с увалистой поверхностью на абсолютных высотах до 170 м, который возвышается над аллювиальной равниной на 25–30 м [Глушков, 2011].

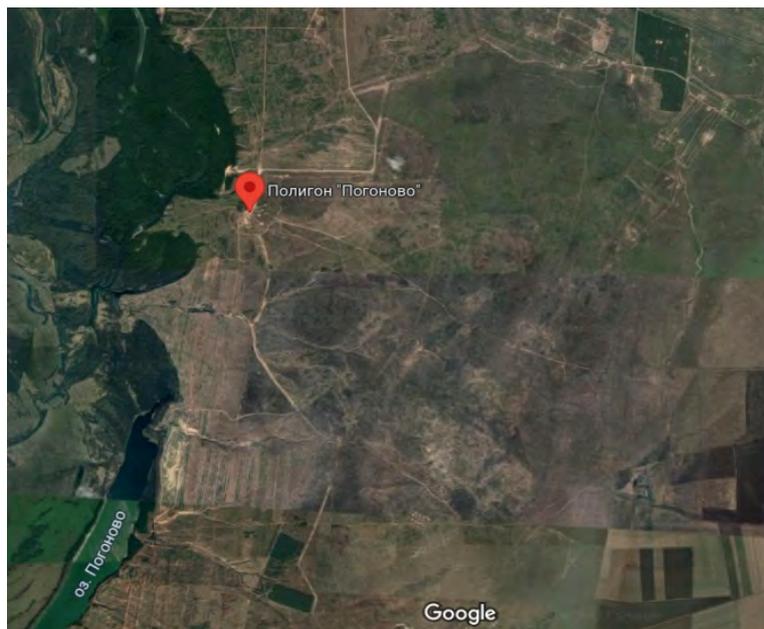


Рис. 1. Расположение полигона «Погоново», г. Воронеж

Fig.1. Location of the Pogonovo landfill, Voronezh

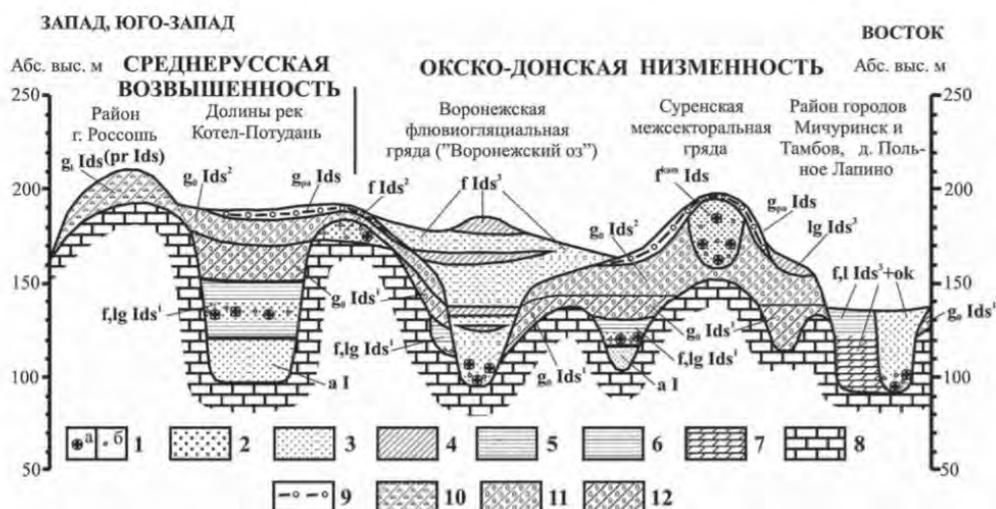


Рис. 2. Условия залегания донских ледниковых и связанных с ними отложений в бассейне Верхнего Дона: 1а – галька и валуны дальнепринесенных пород, 1б – галька; 2 – пески разномерности; 3 – пески средне- и мелкозернистые; 4 – суглинки; 5 – глины; 6 – глины ленточные; 7 – мергели пресноводные; 8 – додонские (преимущественно дочетвертичные) породы; 9 – поверхностная морена; 10 – локальная морена; 11 – основная морена; 12 – базальная морена

Fig. 2. Conditions of occurrence of Don glacial and associated sediments in the Upper Don basin: 1a – pebbles and boulders of long-range rocks, 1b – pebbles; 2 – sand of various grains; 3 – medium- and fine-grained sands; 4 – loams; 5 – clays; 6 – ribbon clays; 7 – freshwater marls; 8 – Dodonian (mainly pre-Quaternary) rocks; 9 – surface moraine; 10 – local moraine; 11 – main moraine; 12 – basal moraine

Западный склон сложен песками мощностью до 80 м, к востоку они сменяются суглинками. Подошва тела гряды слабоогнутая и изменяется от +100 метров до +70–80 м. Севернее с. Хлевное гряда переходит в моренные образования, а южнее Павловска – в долинный зандр. Образование вала происходило в глубоком каньоне с ледовыми бортами, проложенном тальми водами по направлению стока, близкому к доледниковой долине. После таяния льда флювиогляциальное тело стало иметь вид возвышенной гряды. Абсолютные отметки его поверхности 165–172 м, ширина вала до 8 км. Характерной особенностью возвышенной части вала является чрезвычайно слабая расчлененность рельефа и почти полное отсутствие покровных суглинков.

В экологической геохимии интересен момент, который может быть интерпретирован с точки зрения парагенезиса мышьяка с природными процессами. Это сульфидная свинцовая и медная минерализация, обнаруженная в меловых породах в одном из оврагов возле села Костенки. Как известно, рудная минерализация меди, свинца и мышьяка в природе – дело обычное. Однако, чтобы подтвердить данную гипотезу требуется проведение в этом районе геохимической съемки. В качестве рабочей гипотезы не опровергается и версия мышьякового загрязнения, источником которого может оказаться полигон «Погоново». Негативная сторона функционирования полигона может быть связана и с техногенным инициированием эрозионных процессов на участках, где плотно сгруженные воронки группируются в узкие зоны, вытянутые по склону. В весеннее половодье, когда воронки переполняются внешними водами, могут быть прорывы стенок воронок с формированием ложбин стока, что более вероятно именно на восточном склоне, где развиты легко размываемые лессовидные суглинки. Профиль, вдоль которого возможно образование овражно-балочной системы, показан на рис. 3.



Рис. 3. Поверхностный сток с участка с взрывными воронками может быть направлен к циркумменту, от которого начинается водоток Карпичихино Лога на север в сторону водохранилища

Fig. 3. Surface runoff from the site with explosive craters can be directed to the circus of the moment, from which the Karpichikhin Log watercourse begins to the north towards the reservoir

Энтропийная модель оценки экологической безопасности военных полигонов

Существующая методика оценки экологической безопасности сформулирована в методических документах: «Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве» № 5174-90 [МУ 2.1.7.730-99]. «Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» М.: ФГБУ «ЦСП» ФМБА России.

Методика основана на вычислении суммарного показателя загрязнения (далее – СПЗ) территории. Вычисляется коэффициент опасности ЗВ

$$K_c = C_k / ПДК_k,$$

где C_k – измеренная концентрация ЗВ, $ПДК_k$ – его предельно допустимая концентрация. Учитываются только $K_c > 1$.

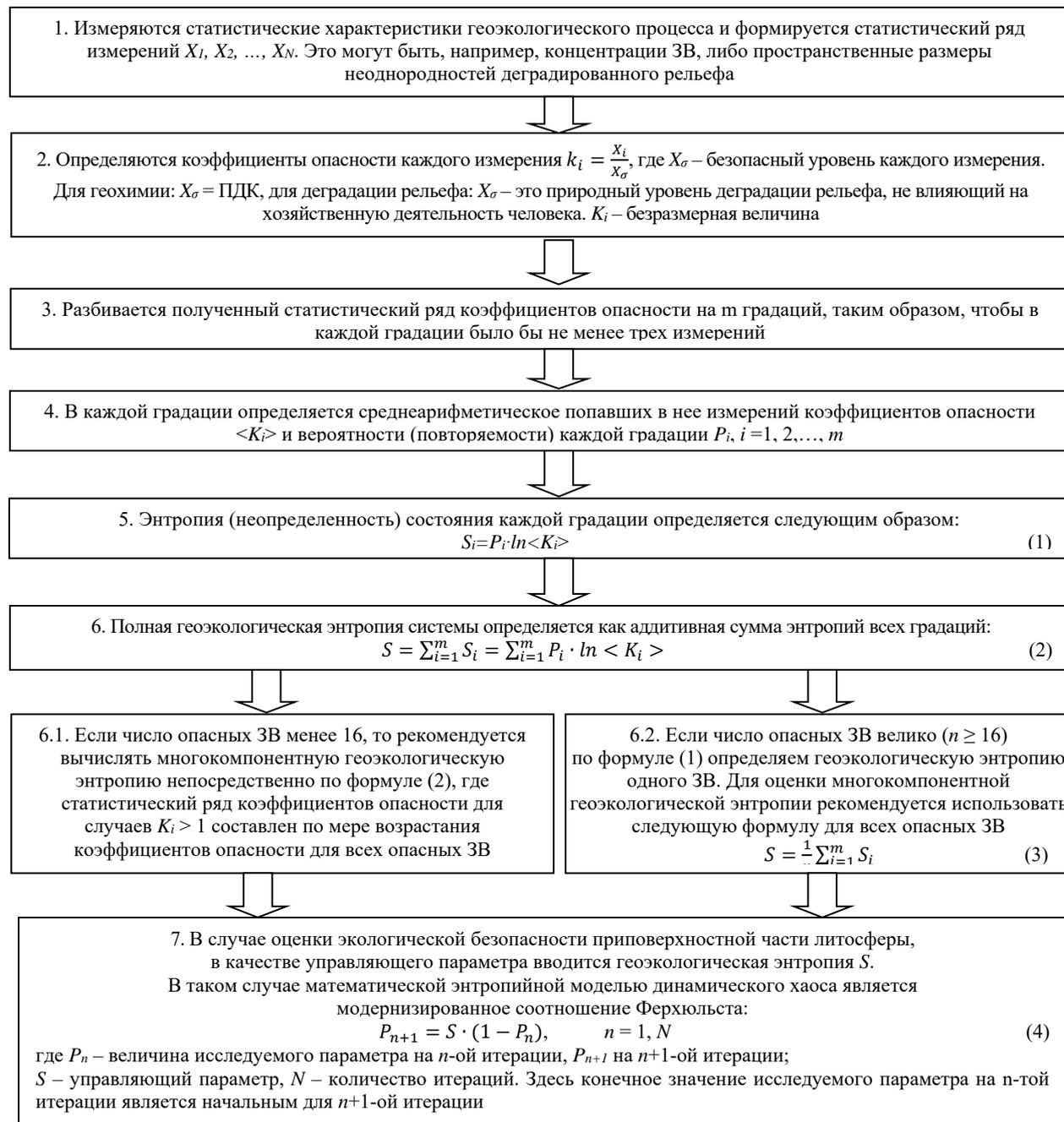
Эти показатели являются дифференциальными, так как пробы отбираются в отдельных точках и не могут характеризовать экологическую безопасность территории в целом. Поэтому необходимо разработать универсальную модель оценки экологической безопасности территории, которая сможет учитывать статистическую неопределенность оценки экологической безопасности территории для деятельности человека при всех возможных факторах и уровнях деградации территории.

Универсальной величиной, определяющей меру неопределенности (беспорядка), возникающей в статистической системе, является энтропия. Она зависит от числа возможных состояний системы W . Чем больше эта величина, тем больше энтропия и неопределенность состояния системы. Для придания аддитивности этому показателю число состояний измеряется в логарифмическом масштабе, то есть используется величина $\ln W$. Таким образом, если число состояний системы строго определено, то она является детерминированной и $W = 1$, и $\ln W = 0$.



Для построения энтропийной модели в начале необходимо ввести новое понятие «геоэкологическая энтропия», которое отличается от энергетического понятия «энтропия» в физике. Алгоритм вычисления геоэкологической энтропии разработан в пунктах 1–7.

Энтропийная модель динамического хаоса оценки и прогноза экологической безопасности техногенно нагруженных территорий:



В данной модели геоэкологическая энтропия всегда ограничена как снизу, так и сверху, и бесконечно не возрастает с увеличением n , как это происходит при вычислении СПЗ.

Разработанная модель является универсальной, пригодной для оценки энтропии любого техногенного воздействия на почву. Отличия будут заключаться только в вычислении коэффициентов опасности, которые в широком смысле вычисляются как отношение измеренной деградации к ее уровню, безопасному для человека.

Для оценки экологической безопасности территорий при различных уровнях техногенной нагрузки использована модель динамического хаоса, описывающая переход системы

от детерминированного состояния, описываемого динамическими законами, к стохастическому, описываемому вероятностными законами, и наконец переходу в хаотическое состояние через последовательность бифуркаций, когда прогноз состояния системы становится невозможным.

Исследования уравнения (4) показали, что если $P_n \in [0,1]$, то геоэкологическая энтропия S не выходит за пределы интервала $[0,4]$ и ограничена как снизу, так и сверху указанными значениями.

На рис. 4 приведена бифуркационная номограмма развития неустойчивости экологической системы P_n , рассчитанная по формуле (4), для числа итераций (циклов) $n = 64$. Одна итерация принята равной одному году, в течение которого усредняется за счет климатических изменений геоэкологическая энтропия. Поскольку экологическая неустойчивость P_n характеризует экологическую опасность деградированной территории, то величина $(1 - P_n)$ определяет экологическую безопасность территории.

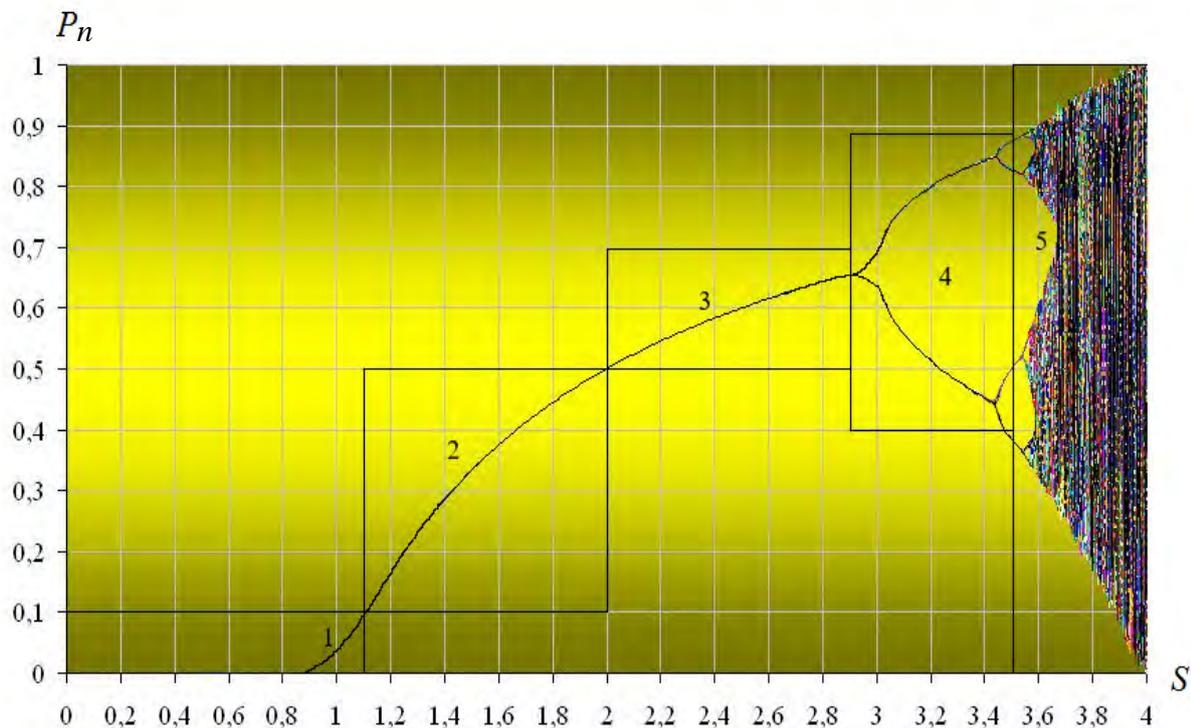


Рис. 4 – Номограмма неустойчивых состояний экологической системы P_n в зависимости от текущей энтропии S и времени наблюдений, $N = 64$:

- 1 – экологическая норма; 2 – экологический риск; 3 – компенсируемый риск;
- 4 – некомпенсируемый риск; 5 – бедствие [Mathematics Differential ..., 1994]

Fig. 4. Nomogram of unstable states of the ecological system P_n depending on the current entropy S and the time of observations, $N = 64$: 1 – environmental standard; 2 – environmental risk; 3 – compensable risk; 4 – uncompensated risk; 5 – disaster [Mathematics Differential ..., 1994].

При рассмотрении бифуркационных номограмм, модель зависимости оценки неустойчивости экологической системы зависит от числа итераций N . Поскольку начальный уровень неустойчивости исследуемой системы в прошлом неизвестен, то принято, что он был незначительным, когда экологическая безопасность системы была не менее 0,95, то есть возможная ошибка не более 0,05.

Приемлемая точность возникает при $N \geq 16$, а бифуркационная номограмма полностью стабилизируется при 64 годах техногенной эксплуатации экологической системы. Здесь до уровня первой бифуркации $S = 2,9$ возможен прогноз состояния экологической системы при мониторинге ее текущей энтропии. Таким образом, для оценки точности



прогноза текущей экологической безопасности техногенно нагруженной системы необходимо знать время начала ее эксплуатации.

Полигон «Погоново» эксплуатируется уже в течение 70 лет, и для оценки его экологической безопасности можно пользоваться диаграммой, приведенной на рис. 1, измеряя текущую геоэкологическую энтропию S . Шкала ранжирования номограммы сведена в табл. 1.

Таблица 1
 Table 1

Степени экологической деградации геоэкологических систем
 The degree of environmental degradation of geoeological systems

S	P	Градация	Характеристика градации
$0 \leq S < 1,1$	$0 \leq P < 0,1$	ЭН	Уровень техногенного воздействия не превышает порога опасности
$1,1 \leq S < 2$	$0,1 \leq P < 0,5$	ЭР	Уровень техногенного воздействия превышает порог опасности, но протекционные системы человека справляются с этой нагрузкой. Система находится в устойчивом динамическом равновесии
$2,0 \leq S < 2,9$	$0,5 \leq P < 0,7$	КК	Переходный процесс из устойчивого равновесия в неустойчивое. Интенсивное накопление загрязняющих веществ в организме человека
$2,9 \leq S < 3,5$	$0,7 \leq P < 0,88$ $0,4 \leq P < 0,7$	НК	За счет первой бифуркации система переходит в состояние динамического хаоса, возможны два непредсказуемых пути ее развития, со случайным увеличением или уменьшением устойчивости (риска)
$3,5 \leq S \leq 4,0$	$0,88 \leq P \leq 1,0$	ЭБ	Множественные бифуркации. Система находится в состоянии абсолютного хаоса. Живые организмы на таких территориях погибают. Однако при $S = 3,77$ существует «окно», в котором возможно выживание приспособившейся части старой популяции и зарождение новой

Таким образом, разработанная модель позволит сделать оценку состояния геоэкологических систем в широком интервале степени их деградации, начиная от детерминированного состояния системы, когда степень ее деградации мала, затем при увеличении энтропии система становится стохастической, когда описать ее состояние с помощью вероятностного подхода еще возможно и при дальнейшем увеличении энтропии возникают множественные бифуркации, когда экологическая система переходит в хаотическое состояние, при котором прогноз ее состояния становится невозможным.

Разработанная методика является универсальной и может быть использована для оценки геоэкологической энтропии любого техногенного воздействия на почвы, только в каждом конкретном случае необходимо разработать способ вычисления коэффициентов опасности.

Энтропия физической деградации почв полигона

База данных неровностей рельефа исследуемого авиационного полигона сформирована путем рекогносцировки местности по аэрофотоснимкам с беспилотного летательного аппарата. Разрешающая способность фотоаппаратуры 0,25 м. С помощью программы *Agisoft Metashape Professional* проводили обработку снимков территории полигона площадью $600 \times 600 \text{ м}^2$, который показан на рис. 5. На этой территории определено количество воронок $N = 362$, диаметры D которых варьировались от 2 до 26 м, а глубина достигала 6 м. Данные статистической обработки участка полигона представлены в табл. 2.

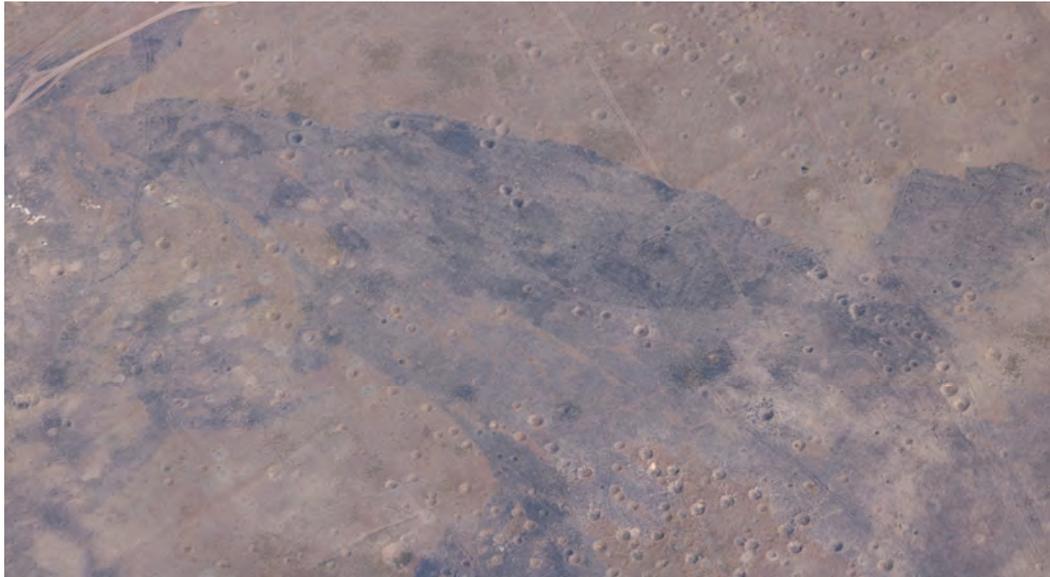


Рис. 5. Снимок территории полигона
Fig.5. A snapshot of the polygon's territory

Таблица 2
Table 2

Статистические данные деградации рельефа полигона
Statistical data on terrain degradation the polygon

№ градации	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D, м$	2–4	4–6	6–8	8–10	10–12	12–14	14–16	16–18	18–20	20–22	22–24	24–26
$D_{icp}, м$	3,1	5,0	6,8	8,8	11	12,8	15,2	17,1	18,9	20,7	22,9	25,5
$P_{ид}$	0,28	0,31	0,13	0,03	0,04	0,04	0,06	0,04	0,01	0,03	0,02	0,01
$\langle K_{ид} \rangle$	1,55	2,50	3,40	4,40	5,50	6,40	7,60	8,55	9,45	10,4	11,4	12,8
$\ln K_{ид}$	0,44	0,92	1,22	1,48	1,70	1,86	2,03	2,15	2,25	2,34	2,44	2,55
$S_{ид}$	0,12	0,28	0,16	0,04	0,07	0,07	0,12	0,09	0,02	0,07	0,05	0,04

В зависимости от диаметра воронки разделены на 12 градаций. Результаты обработки данных приведены в табл. 2, где указаны: средний диаметр воронок в i -той градации (D_{icp}); повторяемость градации ($P_{ид}$), рассчитанная как отношение числа воронок n_i в i -той градацию к общему числу воронок N ; средний коэффициент опасности градации ($\langle K_{ид} \rangle$), рассчитывается как соотношение среднего диаметра воронок D_{icp} в i -той градации на безопасный природный диаметр неоднородностей рельефа, принятый равным 2 м [Рычагов, 2018]; геоэкологическая энтропия каждой градации $S_{ид}$ приведена в последней строке.

Полная энтропия рассматриваемого участка полигона рассчитывается по формуле [Базарский и др., 2022]:

$$S_d = \sum_{i=1}^m P_{ид} \cdot \ln \langle K_{ид} \rangle = \sum_{i=1}^m S_{ид}, \quad (2)$$

где m – число градаций.

Рассчитанное значение энтропии $S_d = 1,13$ соответствует рангу «экологический риск» по нормативной шкале опасностей деградации объектов окружающей среды, как указано на рис. 4 [Базарский и др., 2022].



Энтропия геохимической деградации почв полигона.

При трехмерной деградации рельефа в каждой воронке необходимо отбирать девять проб: одну на дне, четыре по склонам и четыре на кромке воронки [Пантелеев и др., 2023]. Проводить химический анализ загрязнения почв полигона по всем 362 воронкам экономически не целесообразно. Поэтому была разработана косвенная методика оценки геохимической деградации полигона, состоящая из этапов.

1. На полигоне выбирали пять эталонных воронок с различными диаметрами, соответствующими рангам 1–5, как указано в табл. 3. В каждой из выбранных воронок отбирали девять проб, делали из них объединенную пробу. Анализ объединенных проб из каждой воронки проводили методом рентгеновской спектрометрии. Установлены средние концентрации следующих элементов: *Sn, Cs, Sc, Nb, Ga, Y, Zr, Sr, Rb, Ba, Ti, As, Pb, Co, Sb, Cu, Ni, Zn, Cr, V, Mn, Fe* [Пантелеев и др., 2023].

2. Рассчитаны коэффициенты опасности элементов путем деления средней концентрации элемента на П(О)ДК вещества в почве [СанПиН 1.2.3685-21]. Элементы с коэффициентами опасности ≤ 1 в дальнейших расчетах не учитывали. Установлено 15 опасных загрязняющих элементов в воронках от авиационных снарядов: *Cu, Ni, Zr, Sr, Rb, Mn, Sn, Cr, Ba, Sc, Pb, Sb, Ga, Cs, Nb*.

3. Повторяемость каждой градации P_{ix} оценивали как отношение числа коэффициентов опасности n_i , попавших в i -тую градацию, к общему числу коэффициентов опасности: $P_{ix} = n_i/N$, где $N = 15 \cdot 5 = 75$.

Таблица 3
Table 3

Статистические показатели деградации рельефа и химического загрязнения почв в каждой градации и на полигоне в целом
Statistical indicators of terrain degradation and chemical contamination of soils in each rank and at the landfill as a whole

Вид деградации	Показатели деградации	1	2	3	4	5	<i>M</i>	
Химическое загрязнение почв полигона	$\langle K_{ix} \rangle$	1,43	2,33	4,75	6,1	8,49		
	P_{ix}	0,333	0,2	0,2	0,067	0,2		
	M_{ix}	0,478	0,466	0,992	0,409	1,698	4,02	
Деградация рельефа полигона	$\langle K_{id} \rangle$	2,7	5,4	8,3	9,9	11,8		
	P_{id}	0,36	0,13	0,24	0,17	0,1		
	M_{id}	0,97	0,7	2,0	1,69	1,18	6,54	
	$M_{id} - M_{ix}$		d_i	0,492	0,234	1,008	1,281	0,518

Средний коэффициент опасности градации $\langle K_{ix} \rangle$ определяли как среднеарифметическое всех коэффициентов, попавших в i -тую градацию.

Энтропию химического загрязнения почв рассчитывали аналогично по формуле (2):

$$S_{ix} = \sum_{i=1}^m P_{ix} \ln \langle K_{ix} \rangle = 1,15.$$

Рассчитанное значение S_{ix} также соответствует рангу «экологический риск».

Для оценки тесноты связи двух факторов, определяющих комплексную деградацию полигона, рассчитаны математические ожидания коэффициентов опасности по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^m P_i \cdot \langle K_i \rangle \quad (3)$$

По сути, $M_i = P_i \langle K_i \rangle$ – это экологический риск каждой градации, определяемый как произведение возможного ущерба $\langle K_i \rangle$ на вероятность его реализации P_i . Средневзвешенный риск для всего полигона $M = \sum_{i=1}^m M_i$.

В последней строке вычислены разности математического ожидания $|d_i|$ – табл. 4, для оценки тесноты связи процессов.

Совместная энтропия деградации почв полигона и определение комплексной экологической безопасности.

Геоэкологическая энтропия – безразмерная величина, однако для различных форм экологических процессов она не может быть аддитивной. Это объясняется тем, что энтропия, в отличие от энергии, не является функцией состояния системы, а зависит от условий протекания процесса. Поэтому при вычислении совместной энтропии двух различных экологических процессов необходимо знать тесноту их связи.

Теснота связи двух ранжированных случайных процессов определяется ранговым коэффициентом корреляции Спирмена r_{12} [Гмурман, 2004]:

$$r_{12} = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^m d_i^2}{m^3 - m}, \quad (3)$$

где d – безразмерная величина – разность коэффициентов опасности соответствующих рангов процессов.

Поскольку коэффициент корреляции r_{12} изменяется в пределах от +1 (автокорреляция) до –1 (разнонаправленные подобные процессы), то необходим переход в векторное пространство признаков. Тогда \vec{S}_1 – полный вектор энтропии физической деградации рельефа, а \vec{S}_2 – химической деградации. Ориентация этих векторов зависит от угла α между ними, и модуль вектора совместной энтропии можно вычислить следующим образом:

$$\rightarrow |S_c| = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + 2S_1S_2\cos\alpha} = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + 2S_1S_2r_{12}} \quad (4)$$

Рассмотрим три частных случая.

При абсолютной корреляции ($r_{12} = 1$) уровень совместного беспорядка системы определяется суммой абсолютных величин энтропии двух исследуемых процессов $S_c = S_1 + S_2$. Так происходит в термодинамике, когда в замкнутой системе нагретое и холодное тело принимают одинаковую температуру, и энтропия системы возрастает.

В случае $r_{12} = 0$, $\alpha = 90^\circ$ ($\cos \alpha = 0$), векторы \vec{S}_1 и \vec{S}_2 ортогональны и процессы не коррелированы. Тогда совместная энтропия деградации почв будет иметь вид: $S_c = (S_1 + S_2)^{1/2}$.

Если исследуемые процессы коррелированы, но разнонаправлены, то $r_{12} = -1$, а $S_c = S_1 - S_2$, то есть их совместная энтропия уменьшается.

Используя данные табл. 3, получим коэффициент корреляции $r_{12} = 0,85$, что соответствует достаточно высокой тесноте прямой связи между физической и химической деградацией почв полигона. Иными словами, с увеличением диаметра воронок растет и уровень загрязнения почв в них.

Энтропия деградации рельефа полигона взята равной 1,13, так как вычисленная только по пяти эталонным воронкам дает меньшую точность.

Совместная энтропия исследуемого авиационного полигона будет вычисляться следующим образом:

$$S_c = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + 2S_1S_2r_{12}} = \sqrt{1,13^2 + 1,15^2 + 2 \cdot 1,13 \cdot 1,15 \cdot 0,85} = 2,19.$$

Из номограммы получаем, что для совместной энтропии полигона ($S_c = 2,19$) $P_n = 0,52$, а комплексный уровень экологической безопасности равен 0,48.

Результаты и их обсуждение

Для исследованной авиационной части полигона «Погоново» получены следующие результаты:

1. Энтропия деградации рельефа $S_d = 1,13$. Это область экологического риска, когда еще возможно самопроизвольное возвращение экологической системы к нормальному состоянию. Неустойчивость системы $P_n = 0,12$, экологическая безопасность 0,88.

2. Геохимическая энтропия $S_x = 1,15$ – начало области экологического риска, но еще близкого к норме. Устойчивость $P_n = 0,12$, экологическая безопасность $0,88$.

3. Большую опасность представляет деградация рельефа полигона за счет возможного образования овражно-балочной системы. Однако текущие уровни экологической безопасности нарушенной части полигона идентичны по обоим показателям, что подтверждается их высокой теснотой связи.

4. Особой точкой, где минимальна устойчивость системы, является точка при геоэкологической энтропии, равной 2, и уровне экологической безопасности системы $0,5$. В случае $S < 2$ еще возможен надежный статистический прогноз экологической безопасности системы и возвращение ее в исходное состояние.

5. Совместная энтропия деградации рельефа полигона и геохимической деградации $S_c = 2,19$. При этом неустойчивость системы $P_n = 0,52$, а комплексный уровень экологической безопасности – $0,48$. В целом текущая техногенная нагрузка на полигоне высока, она приближается к области некомпенсированного кризиса, когда наступает первая бифуркация и экологическая система начинает вести себя непредсказуемо. При таком низком уровне экологической безопасности полигона, равном $0,48$, возможно частичное восстановление его земель только при проведении дорогостоящих реабилитационных мероприятий. Это комплексная оценка экологической ситуации на полигоне в целом.

6. Прогноз совместной экологической безопасности полигона при условии, что с 2024 года он будет выведен из эксплуатации, показан на рис. 6. При такой значительной начальной неопределенности экологического состояния полигона, равной $0,52$, прогноз на длительное время имеет значительные погрешности при большем числе циклических итераций. Это ограничение самой модели. Поэтому помимо начальных условий: $S_c = 2,19$ и $P_n = 0,52$ был задан требуемый конечный результат $P_{нк} = 0,1$ – граница безопасной экологической нормы. Комплексный экологический риск равен $0,9$.

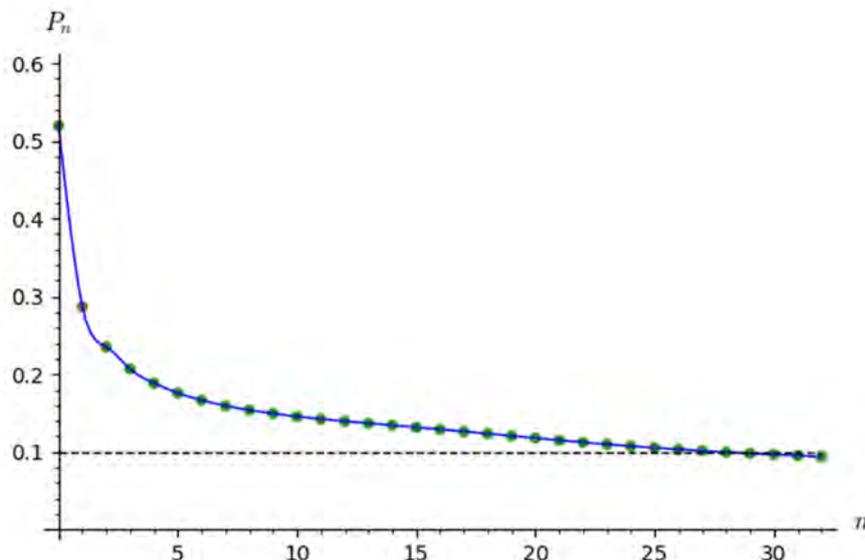


Рис. 6. Прогноз самовосстановления земель полигона
Fig. 6. The forecast of self-restoration of the landfill lands

Граница экологической безопасности достигается за 30 лет путем самовосстановления земель полигона. Однако промежуточные точки ориентировочные, так как точно неизвестны текущие процессы, протекающие в экологически неустойчивой системе при такой существенной совместной ее деградации. Скорость самовосстановления снижается через семь лет после прекращения эксплуатации полигона. Поэтому после этого срока для достижения экологической нормы необходимо осуществлять реабилитационные меропри-

ятия, вкладывая значительные ресурсы, так как дальнейшее самовосстановление земель полигона происходит очень медленно.

Заключение

Получено выражение для расчета совместной энтропии физической и химической деградации почв. Модель апробирована на типичном авиационном полигоне, где установлены опасность деградации рельефа в результате образования воронок от авиаснарядов и установлены 15 загрязнителей почв воронок, представляющих экологическую опасность. Установлена высокая прямая теснота связи между физической и химической деградацией почв полигона (ранговый коэффициент корреляции Спирмена 0,85). На текущий момент времени экологическая безопасность исследуемого полигона достаточно низкая. Совместная энтропия деградации почв полигона составляет 2,19, неустойчивость экологической системы 0,52, а комплексный уровень экологической безопасности – 0,48. Расчеты показали, что экологическая ситуация на исследуемом полигоне в целом приближена к рангу «некомпенсируемый кризис».

Построенная модель позволяет делать прогноз развития экологической ситуации. Горизонт прогноза ограничен переходом экологической системы из динамического в стохастическое состояние. Установлена верхняя граница экологической безопасности полигона, которая достигается за 30 лет путем самовосстановления земель. Однако промежуточные точки ориентировочные, так как точно неизвестны текущие процессы, протекающие в экологически неустойчивой системе при такой существенной совместной ее деградации. Скорость самовосстановления снижается через 7 лет после прекращения эксплуатации полигона. Поэтому после этого срока необходимо осуществлять реабилитационные мероприятия для возвращения земель полигонов в область экологической нормы.

Разработанная модель универсальна и может быть использована для интегрального описания и прогнозирования экологической ситуации различных абиотических геосфер.

Список источников

- Гмурман В.Е. 2004. Теория вероятностей и математическая статистика. М., Высшая школа, 479 с.
МУ 2.1.7.730-99. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. 1999. М., ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 19 с.
Рычагов Г.И. 2018. Геоморфология. М., Юрайт, 396 с.
СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Главный государственный санитарный врач РФ, 975 с.

Список литературы

- Базарский О.В., Кочетова Ж.Ю., Кульнев В.В., Пантелеев Д.А. 2023. Энтропийная модель динамического хаоса геоэкологической системы. Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки, 165(2): 281–294. <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2023.2.281-294>.
Базарский О.В., Пантелеев Д.А., Кочетова Ж.Ю. 2022. Геоэкологическая модель для прогнозирования деградации и восстановления рельефа военных полигонов. Региональные геосистемы, 46(1): 119–131. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2022-46-1-119-131>.
Базарский О.В., Кочетова Ж.Ю. 2021. Энтропия абиотических геосфер и модель для оценки и прогноза их состояния. Биосфера, 13(1–2): 9–14. <https://doi.org/10.24855/biosfera.v13i1.572>.
Глушков Б.В. 2011. Геология отложений ледникового комплекса Донского ледникового языка. Вестник Воронежского Государственного Университета. Серия: Геология, 2: 40–48.
Дрозд Г.Я. 2023. Физическо-механическая деградация почв вследствие военных действий в зоне проведения специальной военной операции. Вести автомобильно-дорожного института, 4(47): 24–33.



- Зонн С.В., Зонн И.С. 2002. Экологические последствия военных операций в Чечне. Энергия: экономика, техника, экология, 6–7: 50–53.
- Компьютеры и нелинейные явления: Информатика и современное естествознание. 1988. Под ред. А.А. Самарского. М., Наука, 192 с.
- Кочетова Ж.Ю., Базарский О.В., Пантелеев Д.А. 2023. Экология почв военных полигонов. Воронеж, Научная книга, 184 с.
- Лоренц Э. 1981. Детерминированное непериодическое течение. В кн.: Странные аттракторы. М., Мир: 88–117.
- Пантелеев Д.А., Базарский О.В., Кочетова Ж.Ю. 2023. Методика картирования загрязнения почв военных полигонов со значительно измененным рельефом. Региональные геосистемы, 47(4): 607–618. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-4-607-618>
- Розенберг Г.С. 2011. Экология и кибернетика: по следам Маргалёфа. Биосфера, 3(4): 445–454.
- Сугак Е.В. 2014. Современные методы оценки экологических рисков. Европейский журнал социальных наук, 5–2(44): 427–433.
- Харькина М.А. 2004. Экологические последствия военных действий. Энергия: экономика, техника, экология, 7: 56–59.
- Lorenz E.N. 1963. Deterministic Nonperiodic Flow. Journal of the Atmospheric Sciences, 20(2): 130–141. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1963\)020<0130:DNF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1963)020<0130:DNF>2.0.CO;2).
- Feigenbaum M. 1978. Quantitative Universality for a Class of Nonlinear Transformations. Journal of Statistical Physics, 19(1): 25–52. <https://doi.org/10.1007/BF01020332>.
- Mathematics Differential and Integral Equations, Dynamical Systems and Control Theory, Mathematical Physics. Series: Cambridge Texts in Applied Mathematics. 1994. Cambridge University Press, 240 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626296>.

References

- Bazarsky O.V., Kochetova Zh.Yu., Kulnev V.V., Panteleev D.A. 2023. Entropy Model of Dynamic Chaos of an Abiotic System. Scientific notes of Kazan University. Series: Natural Sciences, 165(2): 281–294 (in Russian). <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2023.2.281-294>.
- Bazarsky O.V., Panteleev D.A., Kochetova J.Y. 2022. Geoecological Model for Predicting Degradation and Restoration of the Relief of Military Landfills. Regional Geosystems, 46(1): 119–131 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2022-46-1-119-131>.
- Bazarskiy O.V., Kochetova Zh.Yu. 2021. Entropy of Abiotic Geospheres and a Model for Assessing and Forecasting Their States. Biosphere, 13(1–2): 9–14 (in Russian). <https://doi.org/10.24855/biosfera.v13i1.572>.
- Glushkov B.V. 2011. The Geology of the Glacial Complex Deposits of the Don Glacial Tongue. Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology, 2: 40–48 (in Russian).
- Drozd G.Ya. 2023. Physical and Mechanical Degradation of Soils due to Military Operations in the Special Military Operation Zone. Bulletin of the Automobile and Highway Institute, 4(47): 24–33.
- Zonn S.V., Zonn I.S. 2002. Ekologicheskie posledstviya voennykh operacij v Chechnya [Environmental Consequences of Military Operations in Chechnya]. Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya, 6–7: 50–53.
- Komp'yutery i nelinejnye yavleniya: Informatika i sovremennoe estestvoznaniye [Computers and Nonlinear Phenomena: Computer Science and Modern Natural Science]. 1988. Ed. by A.A. Samarskogo. Moscow, Publ. Nauka, 192 p.
- Kochetova Zh.Yu., Bazarsky O.V., Panteleev D.A. 2023. Soil Ecology of Military Ranges. Voronezh, Publ. Nauchnaya kniga, 184 p.
- Lorenz E. 1981. Determinirovannoe neperiodicheskoe techenie [Deterministic Non-Periodic Flow]. In: Strannye attraktory [Strange Attractors]. Moscow, Publ. Mir: 88–117.
- Panteleev D.A., Bazarsky O.V., Kochetova J.Y. 2023. Methodology for Mapping Soil Contamination of Military Landfills with Significantly Altered Terrain. Regional Geosystems, 47(4): 607–618 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-4-607-618>
- Rosenberg G.S. 2011. Ecology and Cybernetics: Spooring Margalef. Biosphere, 3(4): 445–454 (in Russian).
- Sugak E.V. 2014. Modern Methods of Estimation of Environmental Risk. European Social Science Journal, 5–2(44): 427–433 (in Russian).
- Kharkina M.A. 2004. Ekologicheskiye posledstviya voyennykh deystviy [Environmental Consequences of Military Actions]. Energy: Economics, Technology, Ecology, 7: 56–59.

- Lorenz E.N. 1963. Deterministic Nonperiodic Flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20(2): 130–141. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1963\)020<0130:DNF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1963)020<0130:DNF>2.0.CO;2).
- Feigenbaum M. 1978. Quantitative Universality for a Class of Nonlinear Transformations. *Journal of Statistical Physics*, 19(1): 25–52. <https://doi.org/10.1007/BF01020332>.
- Mathematics Differential and Integral Equations, Dynamical Systems and Control Theory, Mathematical Physics. Series: Cambridge Texts in Applied Mathematics. 1994. Cambridge University Press, 240 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626296>.

*Поступила в редакцию 26.02.2024;
поступила после рецензирования 15.04.2024;
принята к публикации 23.04.2024*

*Received February 26, 2024;
Revised April 15, 2024;
Accepted April 23, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пантелеев Дмитрий Александрович, старший помощник начальника отдела Центра организации научной работы и подготовки научно-педагогических кадров, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Базарский Олег Владимирович, профессор кафедры физики и химии, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Кочетова Жанна Юрьевна, доктор географических наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта средств аэродромно-технического обеспечения полетов, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Анциферова Галина Аркадьевна, доктор географических наук, профессор кафедры природопользования, Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Ларионов Алексей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математики и физики, Воронежский государственный аграрный университет, г. Воронеж, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dmitry A. Panteleev, Senior Assistant to the Head of the Department of the Center for the Organization of Scientific Work and Training of Scientific and Pedagogical Personnel of the Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russia

Oleg V. Bazariskij, Professor of the Department of Physics and Chemistry of the Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russia

Zhanna Yu. Kochetova, Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Airfield Technical Support of Flights of the Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russia

Galina A. Antsiferova, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Environmental Management of Voronezh State University, Voronezh, Russia

Alexey N. Larionov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematics and Physics of Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russia



УДК 913: 551.4
DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-236-253

Морфометрический анализ рельефа северо-западной части Тамбовской области

Буковский М.Е., Кузьмин К.А.

Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина
Россия, 392036, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33
E-mail: mikezzz@mail.ru, ka_kuzmin@mail.ru

Аннотация. Хорошо освоенная территория Окско-Донской равнины, в пределах которой расположена Тамбовская область, служит одним из важнейших районов аграрного производства страны. С точки зрения экологически устойчивого функционирования агроландшафтов, занимающих большую часть области, а также ответственного управления земельными ресурсами, актуальна задача комплексной оценки земельного фонда региона. В статье представлены результаты морфометрического анализа рельефа двух муниципальных округов на северо-западе Тамбовской области. Инструментами ГИС-приложений построена цифровая модель рельефа с пространственным разрешением ячейки 30 м, составлены гипсометрическая карта, морфометрические карты крутизны, экспозиции склонов, эрозионного потенциала рельефа (*LS*-фактора). Для территорий изученных муниципальных округов рассчитаны средневзвешенные значения абсолютной высоты, уклона, *LS*-фактора, а также степень вертикального и горизонтального расчленения рельефа. Исследованные территории северо-запада Тамбовской области отличаются равнинным рельефом с преобладающими уклонами местности менее $0,5^\circ$, слабой расчленённостью и малыми значениями оценок эрозионного потенциала. Результаты работы могут найти применение при организации рационального землепользования, картографированные значения морфометрических характеристик могут стать первичными материалами для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия на региональном уровне. Данные об эрозионном потенциале рельефа будут использованы для расчётов эрозионных потерь почвы от талой, дождевой, ирригационной эрозии.

Ключевые слова: рельеф, цифровая модель рельефа (ЦМР), морфометрический анализ, морфометрические характеристики, геоинформационная система (ГИС), земельный фонд, землепользование, Тамбовская область

Для цитирования: Буковский М.Е., Кузьмин К.А. 2024. Морфометрический анализ рельефа северо-западной части Тамбовской области. Региональные геосистемы, 48(2): 236–253. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-236-253

Morphometric Analysis of the Relief of the North-Western Part of Tambov Region

Mikhail E. Bukovskiy, Kirill A. Kuzmin

Tambov State University named after G.R. Derzhavin
33 Internatsional'naya St, Tambov, 392036, Russia
E-mail: mikezzz@mail.ru, ka_kuzmin@mail.ru

Abstract. The well-developed territory of the Oka-Don Plain, within which Tambov Region is located, serves as one of the most important areas of agricultural production in Russia. From the point of view of the environmentally sustainable functioning of agricultural landscapes that occupy most of the region, as well as competent land management, the task of a comprehensive assessment of the region's land fund is relevant. The article presents the results of a morphometric analysis of the relief of two municipal districts

in the north-west of the Tambov region: Michurinsky and Pervomaisky. Using GIS application tools, a digital elevation model with a spatial resolution of 30 m cell was built, a hypsometric map, morphometric maps of steepness, slope exposure, and erosion potential of the relief (LS-factor) were compiled. For rural councils of these municipal districts, the weighted average values of absolute height, slope, LS factor, as well as vertical and horizontal terrain dissection were calculated. The studied territories of the north-west of the Tambov region are distinguished by flat terrain, with prevailing terrain slopes of less than 0.5° , weak dissection and low erosion potential. In the territorial entities studied within the municipal districts, the weighted average slopes are in the range of $0.2\text{--}0.9^\circ$, and the horizontal dissection of the relief is in the range from 0.2 to $0.8\text{ km}^2/\text{km}^2$. The results of the work will find application in the organization of rational land use; mapped values of slopes, exposures and erosion potential can become primary materials for the design of adaptive landscape farming systems at the regional level. Data on the erosion potential of the relief will be used to calculate soil erosion losses from melt, rain, and irrigation erosion.

Keywords: relief, digital elevation model (DEM), morphometric analysis, morphometric variables, geographic information system (GIS), land fund, land use, Tambov Region

For citation: Bukovskiy M.E., Kuzmin K.A. 2024. Morphometric Analysis of the Relief of the North-Western Part of Tambov Region. Regional geosystems, 48(2): 236–253. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-236-253

Введение

Характеристики природной среды, которые необходимо учитывать для эффективной и сбалансированной хозяйственной деятельности, такие как гидрологический и тепловой режим почв, освещённость, снежный покров, интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов, в значительной степени определяются геоморфологической основой – рельефом.

Вклад рельефа в дифференцированную организацию географического пространства отображают его морфометрические характеристики. Именно морфометрические факторы являются ключевыми в определении интенсивности экзогенных геоморфологических процессов, а также направления и объёма поверхностного стока [Безгодова, 2023]. Известно порядка двух сотен морфометрических характеристик [Ласточкин, 2004], но в большинстве исследований, связанных с количественной оценкой свойств земной поверхности, уделяют особое внимание нескольким показателям: абсолютная высота над уровнем моря, уклон поверхности, экспозиция, горизонтальное и вертикальное расчленение рельефа. Их можно назвать ведущими характеристиками, так как непосредственно от них зависит протекание многих природных и социально-экономических процессов. Изучение и картографирование данных величин является одной из традиционных задач в геоморфологии, но также имеет практическое значение для землепользования и земледелия. Так на основании многочисленных полевых опытов и наблюдений А.Н. Каштановым сформулирована теория агроэкологической неравнозначности склонов, отличающихся крутизной, длиной, формой и экспозицией [Каштанов, Явтушенко, 1997]. Все морфометрические величины взаимно изменяют и дополняют влияние друг друга на микроклиматические условия и особенности проявления экзогенных процессов [Каштанов, Явтушенко, 1997; Рычагов, 2006; Канатьева и др., 2012].

В умеренном климате с усилением расчленённости рельефа возрастает дренирование территории поверхностными водами. Вследствие того, что величины расчленённости важны для понимания эрозионной опасности рельефа, от их значений во многом зависит размещение систем земледелия для равнинных территорий [Кирюшин, 2011].

Ёмкую агроэкологическую нагрузку несёт крутизна склонов. Так как фактор уклона формирует поверхностный сток и во многом определяет опасность развития эрозии, он должен обязательно учитываться при проектировании систем земледелия. Проявление



эрозии, как отмечал М.Н. Заславский [1983], может наблюдаться при уклоне $0,5^\circ$ и даже $0,3^\circ$ при выпадении ливней на сильно переувлажнённую почву, или при стоке талых вод по поверхности оттаявшей почвы. Обычно на длинных склонах водная эрозия проявляется при уклонах $1-2^\circ$, а при уклонах $3-5^\circ$ можно наблюдать весьма заметное развитие эрозионных процессов [Кирюшин, 2011]. В почвоведении значения уклонов связывают со степенью смывости почв [Казаков, Милюткин, 2010; Лисецкий и др., 2012; Курбанов и др., 2019; Ларионов и др., 2022]. Для разных природных зон зависимость смывости почв от крутизны будет несколько отличаться.

По отношению к господствующим воздушным потокам склоны имеют наветренные и подветренные экспозиции. Так в условиях возвышенного рельефа может проявляться барьерный эффект, когда, например, ветровые склоны получают больше атмосферных осадков из влагонесущих потоков. При этом температура поверхности склона может зависеть не только от его прогреваемости, но и от адвекции тёплых и холодных воздушных масс. Кроме того, наветренные склоны удерживают меньше снега, чем подветренные. Из-за повышенной инсоляции на склонах южных экспозиций снеготаяние будет происходить интенсивней, чем на склонах северных экспозиций, вследствие этого увеличивается сток и уменьшается объём впитываемой влаги. Поэтому на южных склонах, как правило, сильнее выражены эрозионные процессы, вызванные стоком талых вод.

В сельскохозяйственной деятельности экспозиция склонов может иметь большое значение при ведении полевых работ и выборе выращиваемых культур. Из-за разницы в потерях влаги на испарение, при прочих равных условиях, склоны северных экспозиций наиболее увлажнённые, а склоны южных экспозиций – наиболее сухие. В засушливые годы на склонах северной экспозиции будут наблюдаться более благоприятные условия для посевов. Обратная ситуация сложится в годы с повышенным увлажнением. Поля, расположенные на субгоризонтальных междуречьях и на склонах разной экспозиции, будут готовы к весенним полевым работам в разные сроки. Даже когда сев проводился в одно время, растения на таких полях будут находиться в разных фазофазах [Рычагов, 2006].

Таким образом, разный гидротермический режим у склонов с отличающейся экспозицией создаёт определённые трудности, ведь непостоянные условия увлажнения на разных элементах рельефа требуют от агропроизводителей гибкости в проведении мероприятий по снегозадержанию, размещении сортов культур, изменении доз удобрений, корректировке сроков посева и норм высева семян [Каштанов, Явтушенко, 1997; Кирюшин и др., 2021; Просяников, 2023].

Помимо основных морфометрических величин существуют различные топографические индексы, вычисляемые алгоритмами специализированных инструментов ГИС-приложений. В вопросе изучения хорошо освоенных сельскохозяйственных районов с большой долей распаханых земель большое значение обретает расчёт и анализ *LS*-фактора (безразмерная величина), характеризующего эрозионный потенциал рельефа, где *L* – фактор влияния длины склона, а *S* – фактор влияния крутизны склона. В различных работах [Ларионов, 2000; Иванов, Ермолаев, 2017; Лисецкий и др., 2018; Полякова и др., 2021] можно встретить синонимичные названия *LS*-фактора: индекс потенциала плоскостной эрозии, коэффициент эрозионного потенциала рельефа, фактор рельефа, рельефная функция *LS*. Этот безразмерный коэффициент является одной из переменных универсального уравнения эрозии почвы, подробно описанного в работе Wischmeier, Smith [1978]. Впоследствии алгоритмы расчёта *LS*-фактора адаптировались для реализации в ГИС-среде [Desmet, Govers, 1996; Zhang et al., 2013; Moisa et al., 2022].

От количественных показателей рельефа зависят особенности использования земель, пути их аграрного и иного хозяйственного освоения. Достоверные данные о структуре конкретных территорий по геоморфологическим условиям необходимы для эффективного и экологически обоснованного использования земельных и водных ресурсов на

всех уровнях управления: от частного землевладения до региональных ведомств по вопросам природных ресурсов, сельского хозяйства и территориального планирования.

Объекты и методы исследования

Агропромышленная специализация Тамбовской области вместе с чёткой тенденцией интенсификации сельского хозяйства, в том числе развития орошаемого земледелия, определяют востребованность решения задачи по комплексной оценке земельного фонда региона с получением достоверных данных о его структуре. В данной работе был проведён морфометрический анализ рельефа двух муниципальных округов Тамбовской области, расположенных друг за другом в верхнем и среднем течении реки Воронеж. Анализ является частью исследования структуры и современной динамики использования земельного фонда региона на уровне муниципальных образований и их территорий. Можно отметить, что количественное изучение морфометрической структуры земельного фонда области на таком уровне детализации ранее не проводилось, основные морфометрические показатели рельефа не картографировались. Таким образом, актуальность исследования обусловлена недостаточностью данных о земельном фонде Тамбовской области в части его геоморфологической структуры.

Первомайский и Мичуринский муниципальные округа (МО) расположены на северо-западе Тамбовской области, занимая соответственно 1655,2 км² и 940,7 км². На муниципальном уровне Первомайский МО делится на 11 территорий, Мичуринский МО – на 14 территорий (рис. 1).

В схеме ландшафтного районирования данная часть области относится к Воронежскому физико-географическому району северной лесостепи [Дудник, 1980]. Климатические особенности подзоны северной лесостепи, благоприятные почвенные условия зональной полосы выщелоченных чернозёмов [Дудник, 2002], а также сложившаяся социально-экономическая структура сформировали здесь зерново-плодоводческий агропромышленный комплекс с развитым скотоводством [Инякина, 2009]. В распределении земель по категориям в данных муниципальных образованиях преобладают земли сельскохозяйственного назначения, 72,4 % у Мичуринского МО и 74,1 % у Первомайского МО. В структуре угодий преобладают пашня (53,1 и 43,7 %), кормовые угодья (15,6 и 26,7 %), леса и лесные насаждения (20,1 и 16,3 %) у Мичуринского и Первомайского МО соответственно [Доклад о состоянии и использовании ..., 2023].

Анализ геометрических свойств рельефа выделился из общей геоморфологии и стал междисциплинарным научным направлением. Методики морфометрического анализа, тесно связанные с картографическим методом исследования [Симонов, 1998] и опирающиеся на функциональные возможности программ для создания и работы с ГИС, активно используются во многих естественных науках. Основным приёмом при этом служит цифровое моделирование рельефа [Флоринский, 2016; Павлова, 2017; Новаковский, Пермяков, 2019].

В классическом определении Ю.Б. Баранова и А.М. Берлянта [Баранов и др., 1999] ЦМР является средством цифрового представления трёхмерных пространственных объектов (рельефа, поверхностей) в виде трёхмерных данных как совокупности высот, или отметок глубины, или иных значений аппликата. Информация о высоте может содержаться в узлах регулярной сети, образующей матрицу высот, либо нерегулярной сети, или в виде совокупности записей горизонталей или иных изолиний.

Для выполнения настоящего исследования необходимо было определиться с несколькими методическими вопросами:

1. Выбрать источник данных для цифрового моделирования рельефа;

2. Принять методику построения ЦМР, включая вопросы о пространственном разрешении модели, алгоритме интерполяции данных и выборе программной среды для моделирования;

3. Определить набор исследуемых морфометрических величин с их обоснованными градациями.

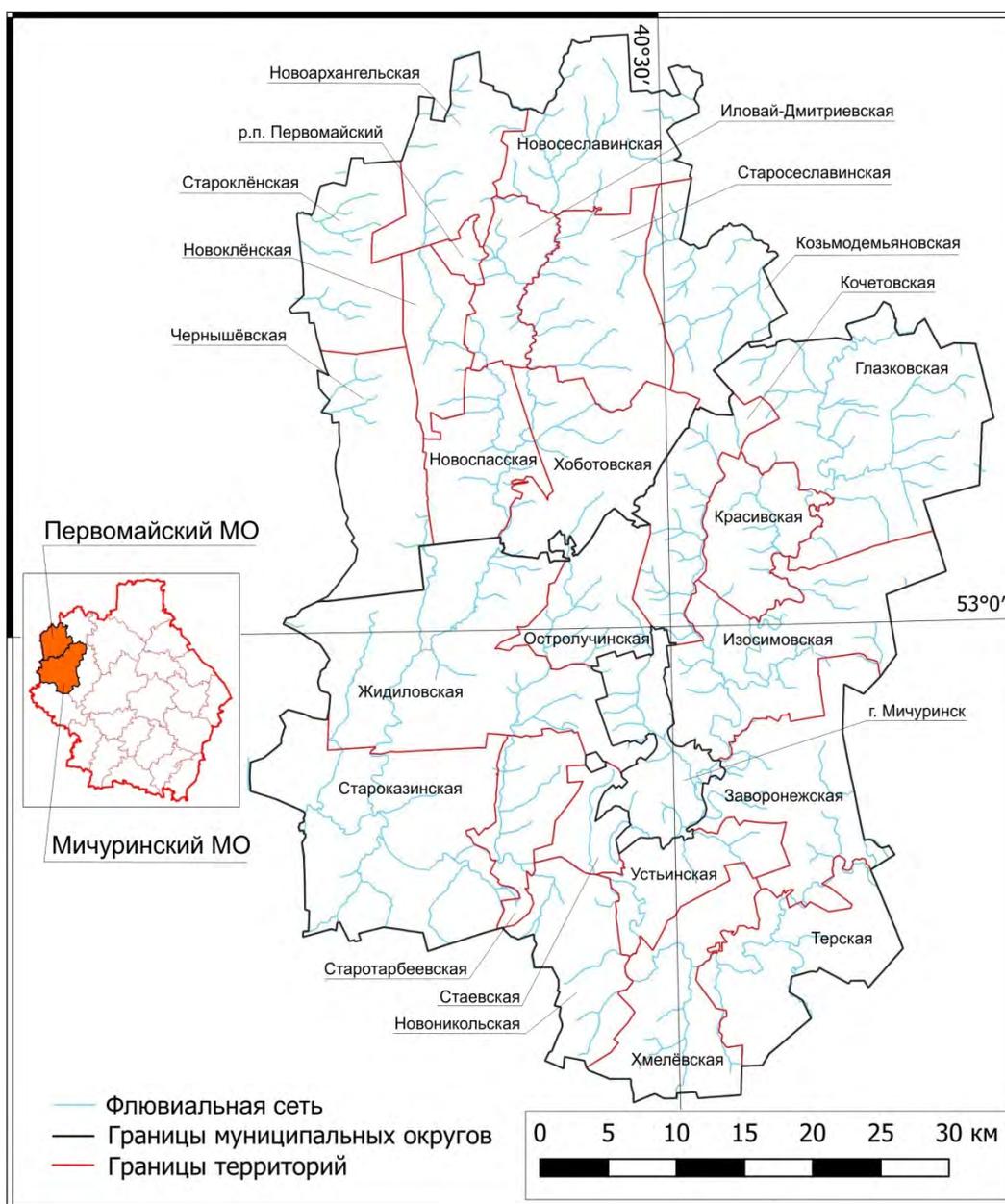


Рис. 1. Административно-территориальное деление
Первомайского и Мичуринского МО Тамбовской области

Fig. 1. Administrative-territorial division of Pervomaysky and Michurinsky municipal districts
of the Tambov region

Источниками данных для цифрового моделирования рельефа выступают топографические карты, материалы полевых съёмок и спутникового позиционирования, фотограмметрическая обработка снимков, как правило, произведённых с беспилотного летательного аппарата (БПЛА), а также данные космических съёмок. Каждый из источников имеет свои достоинства и недостатки, и выбор будет зависеть от цели и задач конкретного

исследования, сроков выполнения, допустимой точности, пространственного охвата, кроме того, могут сказываться финансовые и технические возможности исследователей.

Цифровые данные о рельефе, полученные со спутников, основываются на таких технологиях, как лидар, мультиспектральная съёмка, радиолокационная интерферометрия [Новаковский, Пермяков, 2019]. Такие матрицы высот имеют определённое ограничение по пространственному разрешению, но благодаря глобальному охвату и доступности получили широкое признание.

У глобальных ЦМР в силу ограничений спутникового зондирования существует проблема включения в рельеф высокой растительности и других «нерельефных» структур, что осложняет морфометрический анализ лесных и лесостепных ландшафтов. В полной мере сложности в анализе рельефа на основе данных ДЗЗ имели бы место при изучении территорий Тамбовской области, общая лесистость которой составляет примерно 10,6 % [Доклад о состоянии окружающей среды ..., 2023]. Крупные лесные массивы занимают значительные площади в центральной, северной и западной части региона и закрывают от дистанционного наблюдения рельеф многочисленных речных долин и балок. В специализированных программах для морфометрического анализа, таких как *SAGA GIS*, реализованы процедуры удаления фрагментов с искажённой высотой и последующего заполнения пустот интерполяционными методами. Возможно и ручное редактирование растров с высотами. Однако подобные процедуры корректировки хорошо подойдут для удаления локальных неточностей, таких как небольшие лесные массивы, лесозащитные насаждения вдоль полей, балок, искусственных водоёмов, объектов инфраструктуры.

Оцифровка топографических карт остаётся одним из основных источников информации о рельефе для цифрового моделирования [Павлова, 2017; Шихов и др., 2017]. Процедура создания ЦМР из данных топографической карты подразумевает перевод в векторный формат изолиний высоты (горизонталей), отметок высоты, урезов водных объектов, тальвегов речной сети. От выбора масштаба исходных картографических материалов будет зависеть детальность и достоверность извлекаемых картографических и морфометрических величин.

Выбор масштаба используемых карт связан с допустимой степенью генерализации топографических данных, зависит от целей исследования и направленности использования результатов. Как отмечает В.И. Кирюшин [2011], задачи агроэкологического районирования и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия удобно решать созданием региональных агрогеоинформационных систем на базовом картографическом материале масштаба 1:100000 – 1:200000. При масштабе 1:100000 достаточно определённо отражается распределение агроэкологических групп земель и соответствующих им систем земледелия и агротехнологий. Существует возможность адресного вложения инвестиций, определения приоритетов, расчёта необходимых ресурсов, логистических затрат и объёмов производимой продукции. При более мелких масштабах эти возможности ограничены и приобретают обзорный характер.

Масштаб исходного картографического материала во многом обуславливает пространственное разрешение создаваемой ЦМР, то есть размер пикселя растровой модели. Определение подходящего размера ячейки также важно, как и выбор картографической основы, поэтому данному вопросу уделено внимание в ряде работ. Анализируя принципы выбора размера ячейки, Т. Hengl [2006] делает вывод, что для отображения большей части картографируемых изменений рельефа шаг сетки должен равняться как минимум половине среднего расстояния между горизонталями в пределах изучаемой области. Минимальный шаг сетки можно получить по гистограмме вариации расстояния между горизонталями с 5%-ной вероятностью. В соответствии с указанной выше работой, для условий расчленённого рельефа отчётливое разрешение ЦМР на основе картографических данных масштаба 1:50000 находится в диапазоне от 12 до 53,5 м, а при масштабе 1:5000 – от 1,6 до 13,3 м.



Другие авторы [Шихов и др., 2017] указывают на оптимальный размер ячейки растра ЦМР, равный 0,2 мм (примерная толщина горизонтали) в масштабе исходной карты. Например, при получении данных с карты масштаба 1:100000 размер ячейки составит 20 м, а 1:25000 – 5 м.

Для условий эрозионного рельефа Среднерусской возвышенности А.Г. Нарожней и Ж.А. Буряк [2016] установлено, что для цифрового моделирования и морфометрического анализа по топографическим картам масштабов 1:25000 и 1:200000 оптимальным размером ячейки, обеспечивающим точность без избыточности данных, будет 30 м и 200 м соответственно.

От шага сетки ЦМР будет зависеть точность извлекаемых морфометрических величин. С уменьшением пространственного разрешения погрешность ЦМР увеличивается, особенно для районов со сложным расчленённым рельефом. В работе J.P. Walker, G.R. Willgoose [1999] отмечается варьирование параметров рельефа при изменении шага сетки, по сравнению с более устойчивыми параметрами русловой сети.

При сравнении моделей рельефа, построенных на основе карт масштаба 1:200000 и 1:50000, К.А. Мальцевым [2006] установлено, что значения уклонов, рассчитанные по ЦМР масштаба 1:200000, несколько занижены в сравнении с уклонами, вычисленными по ЦМР масштаба 1:50000. В исследовании А.Г. Нарожней и Ж.А. Буряк [2016] показано, что изменение пространственного разрешения ЦМР наибольшим образом влияет на показатель крутизны. При разрешении модели 200 м, полученной из карты масштаба 1:200000, склоны речных долин, балок и оврагов отображаются некорректно, сливаясь с соседними гипсометрическими уровнями приводораздельных склонов и водоразделов. Наиболее крутые склоны, крутизной более 5° почти полностью нивелируются. Таким образом, чем больше расчленён рельеф, тем более значительные ошибки возникают при расчёте крутизны при уменьшении масштаба карты. По этой же причине от масштаба ЦМР зависит распределение вертикальной расчленённости рельефа. При этом в меньшей степени от масштаба зависит пространственное распределение экспозиции. Процентные доли от занимаемой площади у склонов разной ориентации при уменьшении масштаба слабо изменяются.

Для выполнения исследования регионального охвата в качестве исходных картографических материалов для цифрового моделирования рельефа были взяты карты масштаба 1:100000. Шаг сетки ЦМР составил 30 м, что соответствует выбранному масштабу карты и делает реализуемую ЦМР сопоставимой по пространственному разрешению с глобальными спутниковыми данными о рельефе, например, такими как *SRTM*.

Для построения ЦМР был использован инструмент «Topo to Raster» из модуля для пространственного моделирования и анализа «*Spatial Analyst*» программной среды *ArcGIS*. Инструмент основан на хорошо зарекомендовавшем себя среди ГИС-специалистов методе М. Хатчинсона [Hutchinson, 1989], впервые реализованном в разработанной им программе для построения ЦМР ANUDEM. Данный метод интерполяции предназначен для создания гидрологически корректных ЦМР по топографическим картам. На интерполяцию значений высот накладываются ограничения в виде связанной сети водных потоков, барьерных контуров и полигонов, что позволяет получить ЦМР с корректным представлением гидрографической сети и связанной структурой водосборов.

После подготовки ЦМР потребовалось создать векторный слой с границами муниципальных образований. Границы муниципальных округов и их сельсоветов были построены автоматически в векторном формате с помощью программы для обработки геодезических данных «ПроГео» по координатным точкам, взятым из приложений к Законам Тамбовской области об установлении границ муниципальных образований. Из исследования исключались территории городских поселений: города Мичуринск, являющегося самостоятельным городским округом, и рабочего посёлка Первомайский.

Гипсометрическая карта выполнена с шагом ступеней 10 м, что соответствует сечению рельефа с учётом дополнительных горизонталей исходных топографических карт масштаба 1:100000. Высота определяется в Балтийской системе высот.

При картографировании крутизны, экспозиции и *LS*-фактора были приняты градации, оптимальным образом соответствующие равнинному характеру территории региона и прикладному применению результатов исследования.

Создание морфометрических карт крутизны и экспозиции склонов выполнено в программе *QGIS* инструментами анализа рельефа по входному растру ЦМР. Значения ячеек полученных выходных растров крутизны и экспозиции классифицировались согласно принятым градациям. Для уклонов принята градация, основанная на делении, предложенном В.И. Кирюшиным для агроэкологической классификации земель [2011] с некоторыми дополнениями. В частности, из категории равнинных земель с уклоном $< 1^\circ$ было решено выделить категорию $< 0,5^\circ$ – наименее подверженные водной эрозии субгоризонтальные поверхности. Экспозиция рассматривалась в четырёх категориях: северная, южная, в категорию «нейтральной» объединены восточная и западная экспозиции, а также субгоризонтальные территории с уклонами $< 0,5^\circ$, для которых экспозиция не определялась.

Морфометрическая карта эрозионного потенциала рельефа (*LS*-фактора) также построена из начального растра ЦМР. Для расчёта *LS*-фактора был применён алгоритм, описанный в работе Desmet, Govers [1996], и реализованный в инструменте программы *SAGA GIS*. Значения *LS*-фактора классифицированы согласно следующей градации: $< 0,1$, $0,1-0,5$, $0,5-1$, > 1 .

Инструментом «зональной статистики» в пределах каждой территории МО рассчитывалась вертикальная расчленённость посредством разности максимальной и минимальной высоты по растру ЦМР, и густота расчленения по векторному слою с тальвегами. Сеть тальвегов, снятая с исходных топографических карт масштаба 1:100000, содержит как речную, так и овражно-балочную сеть, поэтому получаемая характеристика горизонтальной расчленённости будет являться густотой флювиальной сети. При этом следует учесть, что в совокупность временных и постоянных русел, перенесённых с карты масштаба 1:100000, не будут входить наиболее мелкие звенья овражно-балочной сети, выпадающие при таком уровне генерализации.

Тем же инструментом «зональной статистики» для Первомайского и Мичуринского МО и их территорий получены средневзвешенные значения абсолютной высоты, крутизны, *LS*-фактора.

Результаты и их обсуждение

Ниже представлены гипсометрическая карта (рис. 2), морфометрические карты крутизны (рис. 3), экспозиций склонов (рис. 4), распределения *LS*-фактора (рис. 5) на территории двух МО Тамбовской области.

В таблице представлены средневзвешенные значения абсолютной высоты, крутизны, *LS*-фактора, вертикальная и горизонтальная расчленённость рельефа для территорий МО.

Территории северо-западных МО Тамбовской области можно охарактеризовать как довольно плоскую равнину со слабо расчленённым рельефом (см. рис. 2, 3). Средние высоты над уровнем моря у данных муниципалитетов составили порядка 143 и 156 м. В распределении уклонов здесь преобладают уклоны менее $0,5^\circ$, в Мичуринском МО занимающие более 56 % площади, а в Первомайском МО – 79 %. У некоторых территорий Первомайского МО земли с уклонами менее $0,5^\circ$ занимают более 80–90 % площади.

Доля земель с уклонами $0,5-1^\circ$ составляет 15,7 % в Первомайском МО, и 27 % – в Мичуринском МО. Для земель с уклонами $1-2^\circ$ составляет 4,8 % в Первомайском МО и 12,6 % в Мичуринском МО.

Эродированные и эрозионноопасные склоны крутизной более 2° занимают 4,1 и 0,45 % территории Мичуринского и Первомайского МО соответственно, и приурочены к террасам речных долин и склонам балок. Наибольших значений уклоны достигают на склонах долин рек Воронеж и его притоков: Польной и Лесной Воронеж, Турмасовка, Кочетовка, Алешня, Иловой. С учётом пространственного разрешения растровой ячейки 30 м зафиксированы максимальные уклоны чуть более 7° в Мичуринском МО.

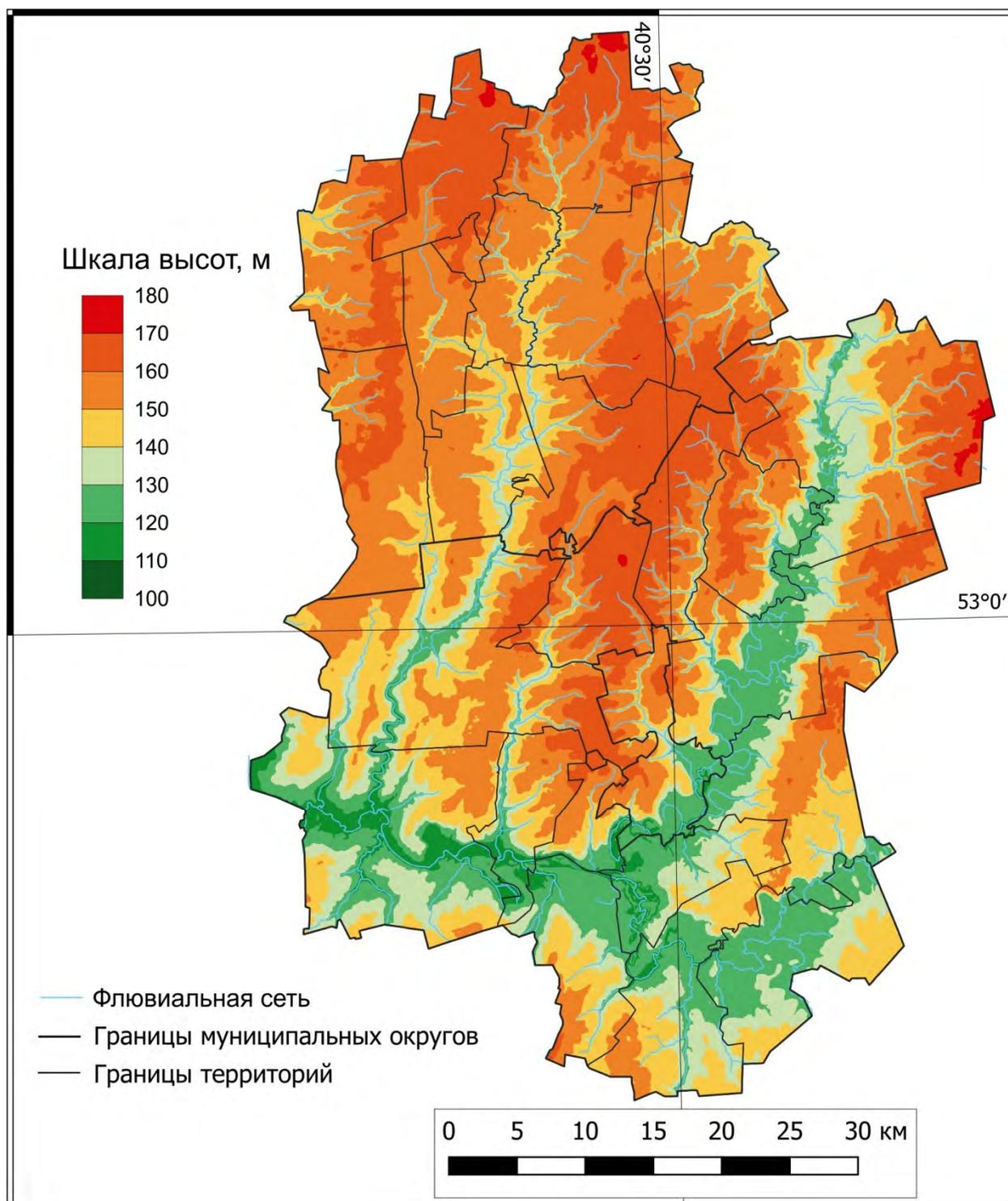


Рис. 2. Гипсометрическая карта Первомайского и Мичуринского МО Тамбовской области
Fig. 2. Hypsometric map of Pervomaisky and Michurinsky municipal districts of the Tambov region

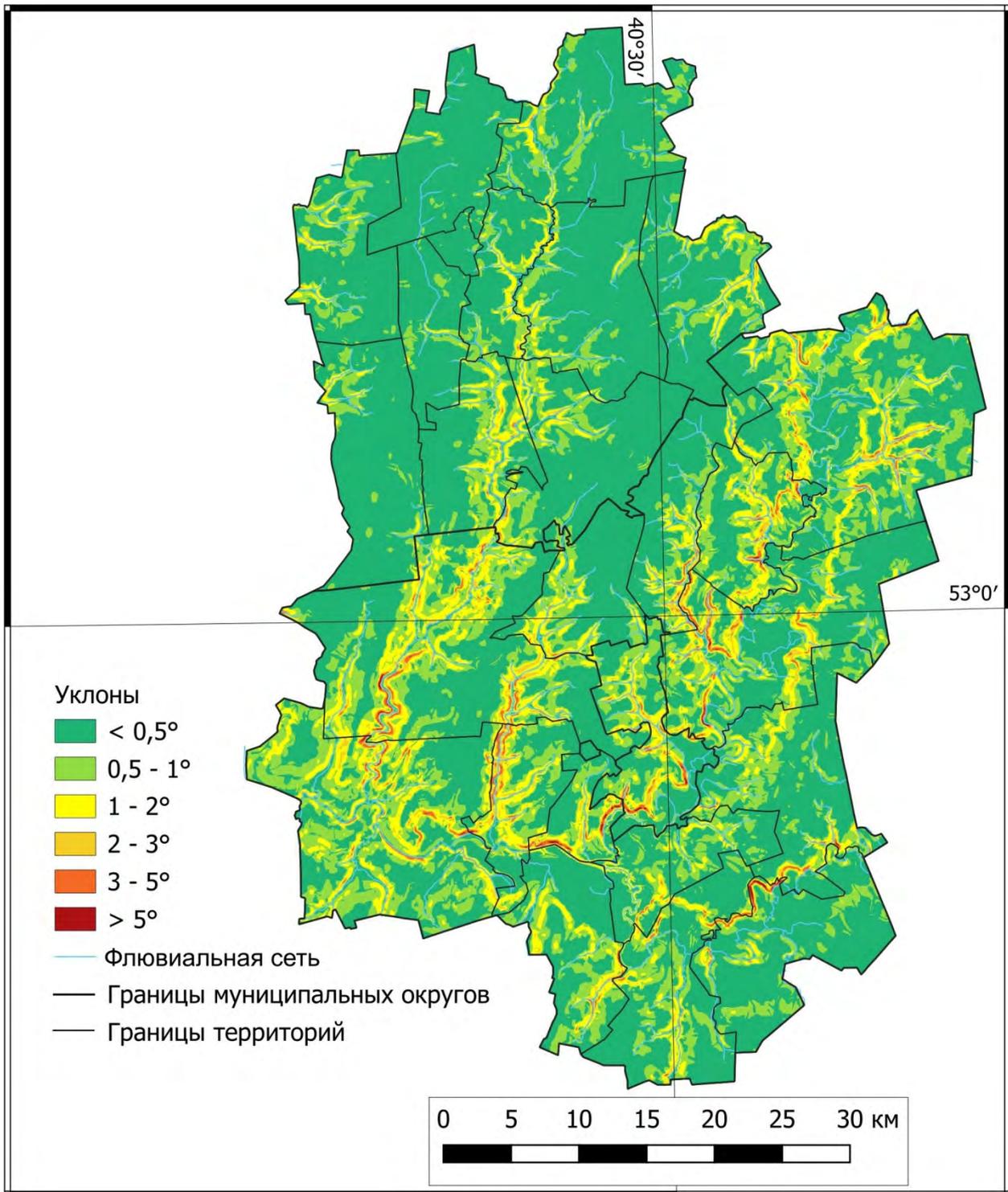


Рис. 3. Распределение крутизны склонов на территории
Первомайского и Мичуринского МО Тамбовской области

Fig. 3. Distribution of slope steepness in the territory
of Pervomaisky and Michurinsky municipal districts of the Tambov region

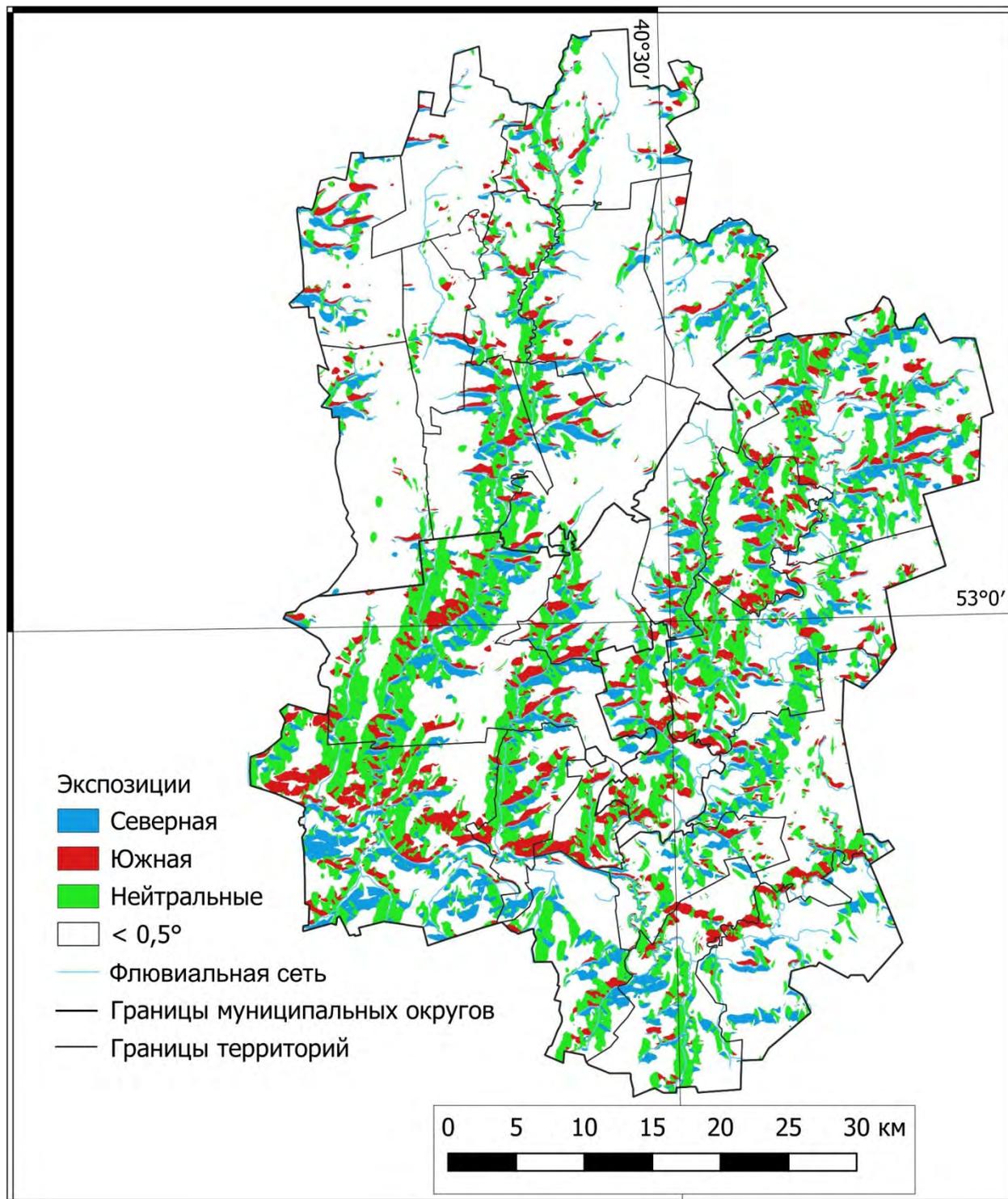


Рис. 4. Распределение экспозиций склонов на территории Первомайского и Мичуринского МО Тамбовской области

Fig. 4. Distribution of slope exposures on the territory of the Pervomaisky and Michurinsky municipal districts of the Tambov region

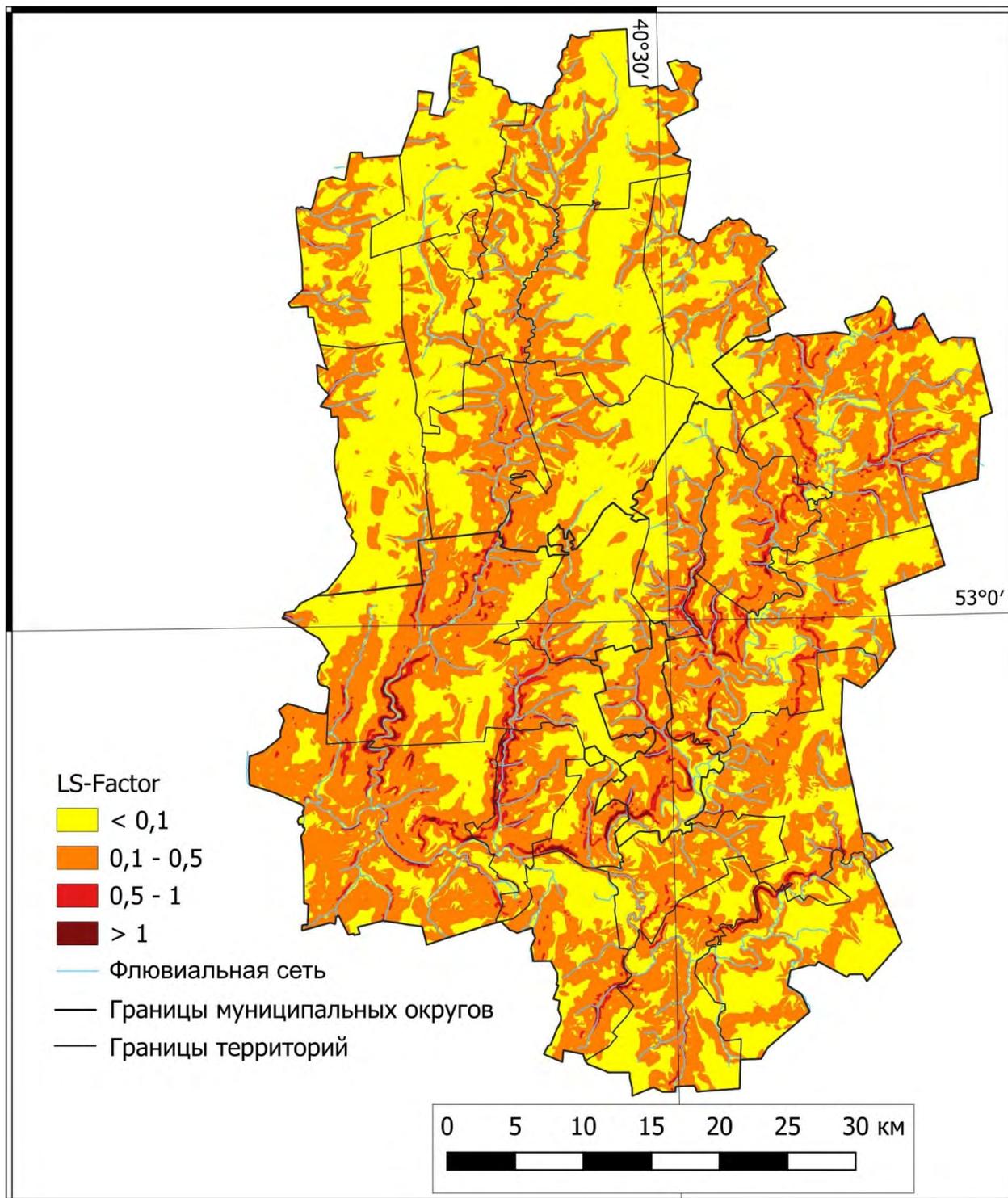


Рис. 5. Распределение *LS*-фактора на территории
Первомайского и Мичуринского МО Тамбовской области

Fig. 5. Distribution of the *LS*-factor in the Pervomaisky and Michurinsky municipal districts
of the Tambov region



Морфометрические характеристики территорий
Первомайского и Мичуринского МО Тамбовской области
Morphometric parameters of village councils of Pervomaisky and Michurinsky municipal
districts of the Tambov region

Территории	Средневзв. высота, м	Средневзв. крутизна, °	Вертикал. расчленение, м	Густота флювиальной сети, км/км ²	Средневз. значение LS-фактора
Мичуринский МО	142,97	0,62	64,60	0,46	0,19
Глазковская	149,65	0,62	50,22	0,56	0,18
Жидиловская	147,30	0,69	45,80	0,37	0,21
Заворонежская	142,83	0,50	41,73	0,53	0,15
Изосимовская	142,97	0,65	47,31	0,61	0,20
Кочетовская	158,82	0,52	40,04	0,71	0,16
Красивская	148,66	0,78	39,51	0,75	0,23
Новоникольская	136,09	0,55	47,72	0,47	0,17
Остролучинская	158,86	0,48	33,74	0,51	0,15
Стаевская	142,42	0,90	46,54	0,68	0,28
Староказинская	132,92	0,71	46,98	0,39	0,22
Старотарбеевская	141,65	0,87	49,24	0,54	0,27
Терская	131,67	0,41	33,92	0,46	0,13
Устьинская	131,16	0,51	37,48	0,52	0,16
Хмельёвская	136,88	0,49	35,77	0,40	0,15
Первомайский МО*	155,99	0,35	44,14	0,40	0,11
Иловай- Дмитриевская	150,73	0,48	25,80	0,83	0,14
Козьмодемьяновская	154,69	0,41	33,50	0,62	0,13
Новоархангельская	163,06	0,23	16,18	0,30	0,08
Новоклёнская	153,43	0,29	19,02	0,32	0,10
Новоселавинская	159,38	0,33	27,18	0,58	0,10
Новоспасская	147,81	0,55	30,99	0,46	0,17
Староклёнская	155,54	0,36	29,95	0,33	0,11
Староселавинская	156,71	0,31	33,94	0,48	0,10
Хоботовская	157,10	0,39	41,79	0,31	0,13
Чернышёвская	155,72	0,27	23,96	0,18	0,09

* – без учёта рабочего посёлка Первомайский.

По показателю крутизны в Первомайском МО выделяется территория Новоспасская, в структуре которой значимы доли площадей с уклонами 0,5–1° (около 26 %), 1–2° (13 %), 2–3° (1,2 %). Территории Красивская, Стаевская, Староказинская и Старотарбеевская Мичуринского МО имеют существенные доли площади с уклонами 0,5–1° (25–37 %), 1–2° (16–20 %), 2–3° (3–7 %), более 3° (1–5 %).

Как и уклоны местности, горизонтальное расчленение в исследуемом районе также невелико. Густота флювиальной сети составила в Первомайском МО 0,4 км/км², Мичуринском МО – 0,46 км/км². Вертикальная расчленённость рельефа двух округов составила 44 м и 65 м у Первомайского и Мичуринского МО соответственно.

При этом у территории Красивской густота флювиальной сети достигает 0,75 км/км², а у Жидиловской – 0,37 км/км². У территории Глазковской отмечено наибольшее вертикальное расчленение – 50 м, у территории Остролучинской оно составило порядка 34 м.

В Первомайском МО наибольшая густота флювиальной сети характерна для территории Иловай-Дмитриевской – 0,83 км/км², наименьшая – отмечена у территории Черны-

шёвской, и составила всего 0,18 км/км². У территории Хоботовской вертикальное расчленение составило 42 м, у Новоархангельской – 16 м.

Таким образом, морфометрическая структура рельефа по крутизне склонов и общей расчленённости у территорий внутри МО значительно отличается, так как приречные территории муниципалитетов обладают повышенными величинами морфометрических показателей в сравнении с территориями на водоразделах.

Экспозиция (см. рис. 4) определена для площадей крутизной более 0,5°, то есть для 21 % площади Первомайского МО и 44 % площади Мичуринского МО. Из них в Мичуринском МО более половины площади занимают склоны нейтральных экспозиций, склоны северной и южной экспозиции имеют практически равные площади – по 21,5 %. В Первомайском МО заметнее преобладание склонов северной экспозиции над склонами южной – 26,6 % против 21,9 %. Склоны с нейтральной экспозицией также занимают более половины площади склонов – 51,5 %. Преобладание склонов с нейтральной экспозицией объясняется меридиональным или близким к меридиональному протяжением основных рек данной местности. При этом в структуре земель территорий доли экспозиций по занимаемой площади существенно отклоняются от средних по муниципалитетам. Так в Мичуринском МО у территории Новоникольской склоны северной экспозиции преобладают над склонами южной экспозиции более чем в 3 раза (28,4 % против 9,1 %), при доле склонов нейтральных экспозиций 62,5 %. У территории Стаевской на долю склонов южной экспозиции приходится 44,1 %, а на долю склонов северной экспозиции – всего 2,3 %, что объясняется компактным расположением территории на северном берегу реки Воронеж, имеющей в данном месте субширотную направленность.

Подавляющая доля изученных земель имеет значения *LS*-фактора меньше 0,5 (см. рис. 5). В Мичуринском МО преобладает категория со значениями 0,1–0,5 (56,9 %), занимая в некоторых территориях до 69,8 %. Значения *LS*-фактора более 1 характерны для незначительных площадей, достигая максимум доли 4,5 % в территории Стаевской. В Первомайском МО преобладают значения меньше 0,1 (60,1 %), в отдельных территориях на их долю приходится от 38,3 % до 79,2 %.

Заключение

У муниципалитетов северо-запада Тамбовской области в пространственном отношении установлено преобладание плакорных земель с крутизной склонов менее 1°, слабым горизонтальным расчленением (менее 0,5 км/км²) и малым перепадом высот, составляющим первые десятки метров. Такие земли в полной мере отражают зонально-провинциальные условия и традиционную для данной территории зональную систему земледелия с её набором культур и стандартной агротехникой. Склоновые земли занимают приречное положение и их доля незначительна.

Тем не менее, контрастное положение в структурных уровнях рельефа у территорий внутри муниципалитетов подтверждает важность рассмотрения морфометрических параметров дискретно для каждой территории. Это даст возможности управления земельным фондом муниципалитетов на уровне территорий, адресного распределения инвестиций и соблюдения очередности природоохранных проектов.

Полученные данные о крутизне, экспозиции, вертикальном и горизонтальном расчленении рельефа в виде справочных значений и картографического материала могут найти применение при проектировании региональных адаптивно-ландшафтных систем земледелия, оптимизации структуры сельскохозяйственных угодий на принципах экологической устойчивости. При этом, в случае выявления зон экологического напряжения, для более детального рассмотрения структуры землепользования потребуются дополнительные материалы спутниковой съёмки, материалы почвенных и климатических исследований, более крупномасштабная картографическая основа.



Полученные данные о значениях эрозионного потенциала рельефа (*LS*-фактора) в дальнейшем найдут применение для расчётов среднегодовых потерь почвы от дождевой и талой эрозии, оценок ирригационной эрозии на орошаемых землях.

Для использования материалов морфометрических исследований конкретными землепользователями и управляющими органами актуален вопрос проведения интегральной оценки эрозионной опасности рельефа в балльной форме на основе ключевых морфометрических параметров.

Список источников

- Баранов Ю.Б., Берлянт А.М., Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Серапинас Б.Б., Филиппов Ю.А. 1999. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. Москва, ГИС-Ассоциация, 204 с.
- Доклад о состоянии и использовании земель в Тамбовской области в 2022 году. 2023. Тамбов, 85 с.
- Доклад о состоянии окружающей среды Тамбовской области в 2022 году. 2023. Тамбов, 213 с.
- Заславский М.Н. 1983. Эрозиоведение. Москва, Высшая школа, 320 с.
- Курбанов С.А., Магомедова М.Д., Омариёв Ш.Ш. 2019. Защита почв от эрозии. Махачкала, Дагестанский ГАУ, 156 с.
- Новаковский Б.А., Пермяков Р.В. 2019. Комплексное геоинформационно-фотограмметрическое моделирование рельефа: учебное пособие. Москва, Изд-во МИИГАиК, 175 с.
- Рычагов Г.И. 2006. Общая геоморфология. Москва, Изд-во Московского университета, Наука, 416 с.
- Симонов Ю.Г. 1998. Морфометрический анализ рельефа. Москва-Смоленск, Изд-во СГУ, 272 с.
- Шихов А.Н., Черепанова Е.С., Пьянков С.В. 2017. Геоинформационные системы: методы пространственного анализа. Пермь, Издательский центр Пермского государственного национального исследовательского университета, 88 с.

Список литературы

- Безгодова О.В. 2023. Морфометрический анализ территории верховья р. Иркут. Региональные геосистемы, 47(2): 282–295. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-2-282-295>.
- Дудник Н.И. 1980. Природные ресурсы и ландшафты Тамбовской области. Тамбов, Изд-во ТГПИ, 144 с.
- Дудник Н.И. 2002. Региональные ландшафтные особенности Тамбовской области. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки, 7(1): 119–124.
- Иванов М.А., Ермолаев О.П. 2017. Геоморфометрический анализ бассейновых геосистем Приволжского федерального округа по данным SRTM и Aster GDEM. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 14(2): 98–109. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2017-14-2-98-109>.
- Инякина Е.Е. 2009. Агропромышленное районирование Тамбовской области. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки, 14(1): 173–176.
- Казаков Г.И., Милюткин В.А. 2010. Системы земледелия и агротехнологии возделывания полевых культур в Среднем Поволжье. Самара, Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 261 с.
- Канатьева Н.П., Добровольская Н.Г., Краснов С.Ф., Литвин Л.Ф. 2012. Геоморфологическая составляющая динамики современных делювиальных процессов северной части Приволжской возвышенности. Геоморфология, 3: 44–52.
- Каштанов А.Н., Явтушенко В.Е. 1997. Агроэкология почв склонов. Москва, Колос, 240 с.
- Кирюшин В.И., Дубачинская Н.Н., Юрова А.Ю. 2021. Комплексная оценка сельскохозяйственных земель на примере Южного Урала. Почвоведение, 11: 1363–1375. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21110083>.
- Кирюшин В.И. 2011. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. Москва, КолосС, 443 с.
- Ларионов Г.А. 2000. Разномасштабная оценка и картографирование природной опасности эрозии почв. Эрозия почв и русловые процессы, 12: 49–62.

- Ларионов Г.А., Краснов С.Ф., Литвин Л.Ф., Горобец А.В. 2022. Основы эрозии и оценка эродируемости почв (теория, эксперимент). Москва, Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 167 с.
- Ласточкин А.Н. 2004. Основные составляющие морфологических исследований в геоморфологических и смежных науках. В кн.: Морфология рельефа. Москва, Научный мир: 24–46.
- Лисецкий Ф.Н., Буряк Ж.А., Маринина О.А. 2018. Геоморфологическая асимметрия разнопорядковых речных бассейнов (на примере Белгородской области). Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки, 160(3): 500–513.
- Лисецкий Ф.Н., Светличный А.А., Черный С.Г. 2012. Современные проблемы эрозиоведения. Белгород, Константа, 456 с.
- Мальцев К.А. 2006. Морфометрический анализ рельефа Республики Татарстан средствами ГИС-технологий. Дис. ... канд. геогр. наук. Казань, 235 с.
- Нарожняя А.Г., Буряк Ж.А. 2016. Морфометрический анализ цифровых моделей рельефа Белгородской области разной степени генерализации. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 25(246): 169–178.
- Павлова А.И. 2017. Анализ методов интерполирования высот точек для создания цифровых моделей рельефа. Автометрия, 53(2): 86–94. <https://doi.org/10.15372/AUT20170210>.
- Полякова Е.В., Кутинов Ю.Г., Минеев А.Л., Чистова З.Б. 2021. Применение геоморфометрического анализа рельефа при осуществлении хозяйственной деятельности на территории Архангельской области. Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2: 86–95. <https://doi.org/10.31857/S0869780921020065>.
- Просьянников Е.В. 2023. Типология и классификация пахотных земель Брянской области для адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 1(95): 20–26. <https://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-95-1-20-26>.
- Флоринский И.В. 2016. Иллюстрированное введение в геоморфометрию. Альманах пространство и время, 11(1): 18.
- Desmet P.J.J., Govers G. 1996. A GIS Procedure for Automatically Calculating the USLE LS Factor on Topographically Complex Landscape units. Journal of Soil and Water Conservation, 51(5): 427–433.
- Hengl T. 2006. Finding the Right Pixel Size. Computers & Geosciences, 32(9): 1283–1298. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.11.008>.
- Hutchinson M.F. 1989. A New Procedure for Gridding Elevation and Stream Line Data with Automatic Removal of Spurious Pits. Journal of Hydrology, 106(3–4): 211–232. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(89\)90073-5](https://doi.org/10.1016/0022-1694(89)90073-5).
- Moisa M.B., Dejene I.N., Merga B.B., Gemeda D.O. 2022. Soil Loss Estimation and Prioritization Using Geographic Information Systems and the RUSLE Model: a Case Study of the Anger River Sub-Basin, Western Ethiopia. Journal of Water and Climate Change, 13(3): 1170–1184. <https://doi.org/10.2166/wcc.2022.433>.
- Walker J.P., Willgoose G.R. 1999. On the Effect of Digital Elevation Model Accuracy on Hydrology and Geomorphology. Water Resources Research, 35(7): 2259–2268. <https://doi.org/10.1029/1999WR900034>.
- Wischmeier W.H., Smith D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. Agriculture Handbook No. 703. Washington, DC, United States Department of Agriculture, 65 p.
- Zhang H., Yang Q., Li R., Liu Q., Moore D., He P., Ritsema C.J., Geissen V. 2013. Extension of a GIS Procedure for Calculating the RUSLE Equation LS factor. Computers & Geosciences, 52: 177–188. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2012.09.027>.

References

- Bezgodova O.V. 2023. Morphometric Analysis of the Upper Irkut River Territory. Regional Geosystems, 47(2): 282–295 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-2-282-295>.
- Dudnik N.I. 1980. Prirodnyye resursy i landshafty Tambovskoy oblasti [Natural Resources and Landscapes of the Tambov Region]. Tambov, Publ. TGPI, 144 p.



- Dudnik N.I. 2002. Regionalnyye landshaftnyye osobennosti Tambovskoy oblasti [Regional Landscape Features of the Tambov Region]. *Bulletin of Tambov University. Series: Natural and technical sciences*, 7(1): 119–124.
- Ivanov M.A., Ermolaev O.P. 2017. Geomorphometric Analysis of River Basins of the Volga Federal District Using SRTM and Aster GDEM Data. *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*, 14(2): 98–109 (in Russian). <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2017-14-2-98-109>.
- Inyakina E.E. 2009. Agroindustrial Zoning of Tambov Region. *Bulletin of Tambov University. Series: Natural and Engineering Sciences*, 14(1): 173–176 (in Russian).
- Kazakov G.I., Milyutkin V.A. 2010. Sistemy zemledelija i agrotehnologii vozdeljvanija polevyh kul'tur v Srednem Povolzh'e [Farming Systems and Agrotechnologies for Cultivating Field Crops in the Middle Volga Region]. Samara, Publ. Samarskaya gosudarstvennaya selskokhozyaystvennaya akademiya, 261 p.
- Kanatieva N.P., Dobrovolskaya N.G., Krasnov S.F., Litvin L.F. 2012. Morpholithodynamic Factors of Recent Soil Erosion in the Northern Part of the Privolzhskaya Highland. *Geomorphology*, 3: 44–52 (in Russian).
- Kashtanov A.N., Yavtushenko V.E. 1997. *Agrojekologija pochv sklonov [Agroecology of Slope Soils]*. Moscow, Publ. Kolos, 240 p.
- Kiryushin V.I., Dubachinskaya N.N., Yurova A.Yu. 2021. Comprehensive Assessment of Agricultural Land by the Example of the Southern Urals. *Eurasian Soil Science*, 54(11): 1721–1731 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S1064229321110089>.
- Kiryushin V.I. 2011. *Teoriya adaptivno-landshaftnogo zemledelija i proektirovanie agrolandshaftov [The Theory of Adaptive Landscape Agriculture and the Design of Agricultural Landscapes]*. Moscow, Publ. KolosS, 443 p.
- Larionov G.A. 2000. Raznomasshtabnaya otsenka i kartografirovaniye prirodnoy opasnosti erozii pochv [Multiscale Assessment and Mapping of Natural Soil Erosion Hazards]. *Eroziya pochv i ruslovyye protsessy*, 12: 49–62.
- Larionov G.A., Krasnov S.F., Litvin L.F., Gorobets A.V. 2022. *Osnovy erozii i otsenka erodiruyemosti pochv (teoriya, eksperiment) [Fundamentals of Erosion and Assessment of Soil Erodibility (Theory, Experiment)]*. Moscow, Publ. Faculty of Geography, Moscow State University named after M.V. Lomonosov, 167 p.
- Lastochkin A.N. 2004. *Osnovnyye sostavlyayushchiye morfologicheskikh issledovaniy v geomorfologicheskikh i smezhnykh naukakh [Basic Components of Morphological Research in Geomorphological and Related Sciences]*. *Morfologija rel'efa [Relief Morphology]*. Moscow, Publ. Nauchnyj mir: 24–46.
- Lisetsky F.N., Buryak Zh.A., Marinina O.A. 2018. Geomorphological Asymmetry of River Basins Belonging to Different Orders (Based on the Belgorod Region). *Scientific notes of Kazan University. Series: Natural Sciences*, 160(3): 500–513 (in Russian).
- Lisetsky F.N., Svetlichny A.A., Cherny S.G. 2012. *Recent Developments in Erosion Science*. Belgorod, Publ. Constanta, 456 p. (in Russian).
- Maltsev K.A. 2006. *Morfometricheskij analiz relyefa Respubliki Tatarstan sredstvami GIS-tehnologiy [Morphometric Analysis of the Relief of the Republic of Tatarstan Using GIS Technologies]*. Dis. ... cand. geogr. sciences. Kazan, 235 p.
- Narozhnaya A.G., Buryak Zh.A. 2016. Morphometric Analysis of Digital Elevation Models of the Belgorod Region at Different Degrees of Generalization. *Scientific bulletins of Belgorod State University. Series: Natural Sciences*, 25(246): 169–178 (in Russian).
- Pavlova A.I. 2017. Analysis of Elevation Interpolation Methods for Creating Digital Elevation Models. *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing*, 53(2): 171–177 (in Russian). <https://doi.org/10.3103/S8756699017020108>.
- Polyakova E.V., Kutinov Yu.G., Mineev A.L., Chistova Z.B. 2021. The Use of Geomorphometric Analysis of the Relief Upon Economic Activity in the Arkhangelsk Region. *Geocology. Engineering Geology, Hydrogeology, Geocryology*, 2: 86–95 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0869780921020065>.
- Prosyannikov E.V. 2023. Typology and Classification of Arable Lands in the Bryansk Region for Adaptive Landscape Farming Systems. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*, 1(95): 20–26 (in Russian). <https://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-95-1-20-26>.

- Florinsky I.V. 2016. An Illustrated Introduction to Geomorphometry. *Almanac Space and Time*, 11(1): 18 (in Russian).
- Desmet P.J.J., Govers G. 1996. A GIS Procedure for Automatically Calculating the USLE LS Factor on Topographically Complex Landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51(5): 427–433.
- Hengl T. 2006. Finding the Right Pixel Size. *Computers & Geosciences*, 32(9): 1283–1298. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.11.008>.
- Hutchinson M.F. 1989. A New Procedure for Gridding Elevation and Stream Line Data with Automatic Removal of Spurious Pits. *Journal of Hydrology*, 106(3–4): 211–232. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(89\)90073-5](https://doi.org/10.1016/0022-1694(89)90073-5).
- Moisa M.B., Dejene I.N., Merga B.B., Gameda D.O. 2022. Soil Loss Estimation and Prioritization Using Geographic Information Systems and the RUSLE Model: a Case Study of the Anger River Sub-Basin, Western Ethiopia. *Journal of Water and Climate Change*, 13(3): 1170–1184. <https://doi.org/10.2166/wcc.2022.433>.
- Walker J.P., Willgoose G.R. 1999. On the Effect of Digital Elevation Model Accuracy on Hydrology and Geomorphology. *Water Resources Research*, 35(7): 2259–2268. <https://doi.org/10.1029/1999WR900034>.
- Wischmeier W.H., Smith D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. *Agriculture Handbook No. 703*. Washington, DC, United States Department of Agriculture, 65 p.
- Zhang H., Yang Q., Li R., Liu Q., Moore D., He P., Ritsema C.J., Geissen V. 2013. Extension of a GIS Procedure for Calculating the RUSLE Equation LS factor. *Computers & Geosciences*, 52: 177–188. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2012.09.027>.

*Поступила в редакцию 08.05.2024;
поступила после рецензирования 27.05.2024;
принята к публикации 05.06.2024*

*Received May 08, 2024;
Revised May 27, 2024;
Accepted June 05, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Буковский Михаил Евгеньевич, кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, заведующий лабораторией агроклиматического и водно-ресурсного потенциалов территорий, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия

Кузьмин Кирилл Алексеевич, аспирант кафедры экологии и природопользования, лаборант лаборатории агроклиматического и водно-ресурсного потенциалов территорий, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mikhail E. Bukovskiy, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Management, Head of the Laboratory of Agroclimatic and Water-Resource Potentials of Territories, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russia

Kirill A. Kuzmin, Postgraduate student of the Department of Ecology and Environmental Management, Laboratory assistant at the Laboratory of Agroclimatic and Water-Resource Potentials of Territories, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russia



УДК 502:504:911.3:332.3:016(571.122)
DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-254-270

Актуальность тематики геоэкологической оценки лесных территорий (обзор степени изученности и разработанности)

Скурихин А.А., Тесленок С.А., Обрядин А.А.

Югорский государственный университет,
Россия, 628012, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16
E-mail: a.skurikhin98@mail.ru, teslenok-sa@mail.ru, ob-aleks@mail.ru

Аннотация. В статье дан анализ степени изученности и разработанности тематики геоэкологической оценки лесных территорий на примере основных направлений исследований геосистем Ханты-Мансийского автономного округа – Югры – региона, обладающего значительным природно-ресурсным потенциалом, важной составной частью которого являются его лесные и нефтегазовые ресурсы. Приведены результаты анализа публикационной активности по теме геоэкологической оценки и оптимизации лесных ландшафтов, роли рационального лесопользования и лесоуправления в контексте устойчивого развития региона. Основой для проведённого исследования явились результаты поисковых запросов по количеству проиндексированных в системах научного цитирования публикаций и авторефераты на соискание учёных степеней кандидатов и докторов наук. По результатам анализа сделаны выводы об актуальности и разнонаправленности тематики геоэкологической оценки лесных территорий в целом, и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры – в частности, а также о стабильно высокой заинтересованности сообщества научных исследователей темой геоэкологической оценки территории.

Ключевые слова: геоэкологическая оценка территории, оптимизация ландшафтов, геосистемы, лесопользование, лесоуправление, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по организации молодёжной лаборатории в Югорском государственном университете (НИР 1022031100003-5-1.5.1) в рамках реализации национального проекта «Наука и университеты».

Для цитирования: Скурихин А.А., Тесленок С.А., Обрядин А.А. 2024. Актуальность тематики геоэкологической оценки лесных территорий (обзор степени изученности и разработанности). Региональные геосистемы, 48(2): 254–270. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-254-270

Relevance of Geoecological Assessment of Forest Areas (Review of Study and Development)

Alexandr A. Skurihin, Sergei A. Teslenok, Alexey A. Obryadin

Yugra State University
16 Chekhova St, Khanty-Mansiysk 628012, Russia
E-mail: a.skurikhin98@mail.ru, teslenok-sa@mail.ru, ob-aleks@mail.ru

Abstract. The article analyzes the degree of study and development of geo-ecological assessment of forest territories on the example of the main directions of geo-ecological research of geosystems of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Yugra, a region with significant natural resource potential, an important part of which are its forest and oil and gas resources. The results of the analysis of publication activity on the topic of geo-ecological assessment and optimization of forest landscapes, the role of rational forest use and forest management in the context of sustainable development of the region are presented. The basis for the study was the results of search queries on the number of publications indexed in scientific citation systems and abstracts of scientific degrees of candidates and doctors of sciences.



According to the results of the analysis the conclusions were made about the relevance and branching of the topics of geo-ecological assessment of forest territories in general and Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Yugra in particular, as well as about the consistently high interest of the community of scientific researchers in the topic of geoeological assessment of the territory.

Keywords: geo-ecological assessment of the territory, landscape optimization, geosystems, forestry, forest management, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra

Acknowledgements: The research was supported by the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation to organize a new young researcher Laboratory in Yugra State University (Research number 1022031100003-5-1.5.1) as a part of the implementation of the National Project “Science and Universities”.

For citation: Skurihin A.A., Teslenok S.A., Obryadin A.A. 2024. Relevance of Geoeological Assessment of Forest Areas (Review of Study and Development). Regional Geosystems, 48(2): 254–270. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-254-270

Введение

Тематика геоэкологической оценки территорий и управления ландшафтами, более двух десятилетий являющаяся одним из основных направлений современных геоэкологических исследований, активно разрабатывается отечественными и зарубежными учёными. Цели научных работ отечественных исследователей, имеющих отношение к тематике геоэкологической оценки геосистем, существенно варьируются [Скурихин, Тесленок, 2023]: от разработки путей оптимизации ландшафтов [Тесленок, 2013, 2014; Мячина, 2021; и др.] до анализа их использования в целях рекреации и туризма [Свиридова, 2022; и др.], а также устойчивого развития в разной степени урбанизированных и техногенно трансформированных территорий [Санжапов, 2019; Дехнич, 2021; и др.]. В работах российских учёных геоэкологические оценки осуществляются на территориях разных масштабных и иерархических уровней: как для отдельных ключевых участков [Тесленок, 2014; Мунхуу, 2019; Леднова, 2020; Тушина, 2021; и др.], так и для крупных регионов [Тесленок, 2014; Печкин и др., 2015; Лихачёва и др., 2020; Медведков, 2020; Иванченко, 2022; и др.], конкретных типов природных ландшафтов [Синюткина и др., 2019; Мещерякова, Хамедов, 2020; Мячина, 2021; и др.] и природно-технических систем [Kurmanbayeva et al., 2022].

В числе крупных регионов Российской Федерации – территория Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (далее ХМАО – Югра), обладающая значительным природно-ресурсным потенциалом. Одними из важнейших по своему экономическому значению, запасам и объёмам использования и первоочередных в освоении ресурсов округа являются его лесные ресурсы – ландшафты равнинных и горных лесов, площадь которых составляет более половины от размера всей территории субъекта [Скурихин, Тесленок, 2023], а также нефтегазовые ресурсы, темпы добычи которых нарастают с каждым последующим десятилетием.

По данным Лесного плана ХМАО – Югры [Лесной план..., 2024] общая площадь земель, на которых располагаются леса, на территории автономного округа по состоянию на 01.01.2024 г. составляла 50,4 млн га (94,2 % общей площади земель автономного округа). Это следствие давнего тренда по нарастанию размеров таких земель с последующей стабилизацией. Так, по данным государственного лесного реестра, общая площадь земель лесного фонда на 01.01.2008 г. составляла 48,8 млн га, на 01.01.2010 г. – 49,2 млн га, на 01.01.2016 – 49,4 млн га, на 01.01.2018 г. – 50,4 млн га, далее оставаясь на таком же уровне и по настоящее время [Характеристика лесного..., 2024]. Подобный рост был обусловлен в первую очередь последовательной передачей в состав лесного фонда лесов, ранее находившихся во владении сельскохозяйственных организаций вследствие прекращения их деятельности и последующей ликвидации.



Антропогенное воздействие на лесные геосистемы от нефтегазовой отрасли, в свою очередь, также возрастает [Итоги работы..., 2024]. В пятилетний период с 2010 по 2014 год были введены 19,2 тыс. новых нефте- и газодобывающих скважин, и среднегодовое значение их прироста составило 3,84 тыс. скважин в год. За последующую пятилетку суммарный объём новых введённых скважин составил уже 22 тыс. шт., со среднегодовым значением прироста в 4,4 тыс. скважин в год. В период с 2020 по 2023 год высокая скорость ввода новых скважин сохранилась и составила 4,3 тыс. скважин в год (в 2023 году – 4 567 скважин) [Итоги работы..., 2024; ХМАО – лидер..., 2024], что в сложных экономических и политических условиях (пандемия COVID-19, вызванная коронавирусной инфекцией, и последующие ограничения, проведение специальной военной операции, экономические санкции недружественных стран) говорит о наличии потенциала для дальнейшего роста индустрии. Но вместе с тем, соответственно, это свидетельствует и об усилении антропогенного пресса на лесные ландшафты и другие пространственно сопряженные с ними геоконплексы, с последующим прогрессирующим загрязнением и деградацией компонентов природной среды (в первую очередь почв, поверхностных и подземных вод, биоразнообразия, атмосферного воздуха) [Лютяева и др., 2022; Имамутдинов, Тесленок, 2023].

Объекты и методы исследования

Геоэкологические исследования уже давно стали важнейшей и наиболее актуальной составной частью в комплексе методов изучения системы «природа – человек», в том числе в историко-географическом аспекте [Тесленок, 2009; 2013; 2014; Середовских, 2011; Тесленок, Тесленок, 2012а, б]. Обусловлено это в первую очередь их сущностью – комплексностью в рассмотрении вопросов охраны окружающей среды и наличием широкого спектра используемых для этого инструментов. В качестве объекта подобных исследований могут выступать территории различных размеров, масштабных и иерархических уровней: как крупные территориальные единицы вплоть до целых физико-географических стран и государств, так и отдельные техногенные объекты и их части, в пределах которых проявляются локальные изменения природной среды как результат хозяйственной деятельности человека. В связи с этим, необходимо проведение исследования, позволяющего выполнить обзор степени изученности и разработанности тематики геоэкологической оценки лесных территорий, подтверждающий её актуальность. Задачами были признаны анализ публикационной активности по теме геоэкологической оценки и оптимизации лесных ландшафтов, рационализации лесопользования и лесопользования, а также выявление перечня основных направлений геоэкологических исследований территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Результаты и их обсуждение

Потенциал применения библиометрического анализа при написании научных обзоров раскрывается через выявление публикационных трендов и тенденций развития определённых тематических направлений [Lisetskii, 2024]. В целях определения степени актуальности тематики геоэкологической оценки и оптимизации лесных ландшафтов проведены оценка и анализ публикаций соответствующей направленности. Все они были проиндексированы в системах научного цитирования – электронных библиографических базах данных с цитатно-аналитической информацией о научных публикациях. Работа выполнялась за период последних полных пяти лет, с 2019 по 2023 год включительно, для публикаций, размещённых и проиндексированных в наиболее часто используемых и известных в России поисковой системе научных публикаций Google Академия (*Google Scholar*) [Google Академия, 2024] и национальной библиографической информационно-аналитической системе Российского индекса научного цитирования РИНЦ [Научная электронная..., 2024] (рис. 1).

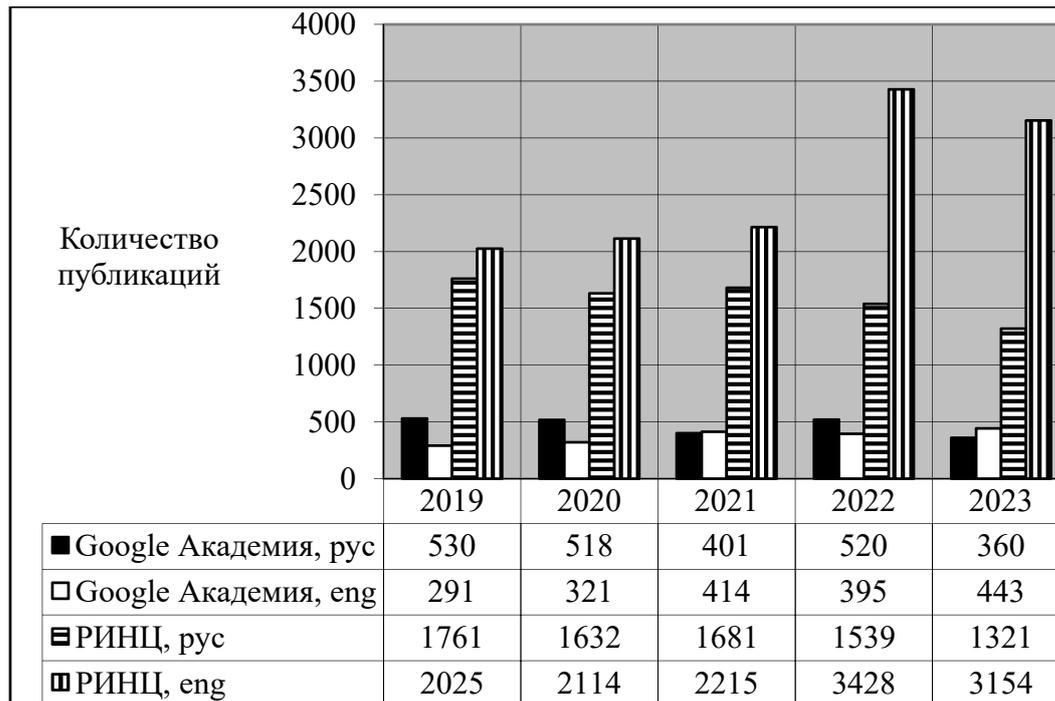


Рис. 1. Количество публикаций по теме геоэкологической оценки и оптимизации лесных ландшафтов, проиндексированных в различных системах научного цитирования
Fig. 1. Number of publications on the topic of geo-ecological assessment and optimization of forest landscapes indexed in different scientific citation systems

Поиск осуществлялся по следующему набору ключевых слов и словосочетаний: на русском языке – «геоэкологическая оценка», «лесные ландшафты», «оптимизация ландшафтов»; на английском языке – «geoecological assessment», «forest landscapes», «landscape optimization», выбор которых обусловлен темой исследования и широкой представленностью в наиболее часто цитируемых работах анализируемой тематики.

В первую очередь необходимо обратить внимание на суммарное число публикаций в четырёх вариантах поиска за период с 2019 по 2023 год. Данное количество научных статей практически не изменяется с течением времени, от года к году, находясь в диапазоне 4 600–4 700 шт. (см. рис. 1). В 2022–2023 гг. общее количество публикаций существенно возрастает и достигает значений в пределах 5 300–5 900 шт. (см. рис. 1), что говорит об увеличении востребованности разработки рассматриваемой темы. Далее можно отметить существенное (на русском языке в 3–4 раза, на английском – в 5–9 раз) преобладание результатов поиска в отечественной системе цитирования РИНЦ [Научная электронная ..., 2024], что может быть интерпретировано двояко: говорить как о большей полноте представленности публикаций в данном ресурсе относительно Google Академия [Google Академия, 2024], так и о различиях в поисковых алгоритмах этих двух рассматриваемых систем.

Необходимо иметь в виду и учитывать специфические условия 2020 года, обусловленные существенными ограничениями, связанными с пандемией COVID-19, вызванной коронавирусом SARS-CoV-2 (2019-nCoV). Среди них – ограничение свободного перемещения и отмена многих крупных конгрессов, форумов, съездов, симпозиумов, фестивалей, конференций, семинаров, выставок, круглых столов, дискуссий и иных научно-информационных мероприятий в очном формате, последствиями которых всегда является возникновение новых межличностных связей и взаимоотношений между учёными, приводящих к новым совместным научным работам. Также на часть исследований существенно повлиял переход на удалённый (дистанционный) режим работы, что, с одной стороны,

позволило развиваться новым направлениям общения и передачи информации, а с другой стороны – разрушило привычные традиционные «технологические» цепочки. Тем не менее, анализ рис. 1 показывает, что для публикаций, размещённых и проиндексированных в Google Академия (Google Scholar) и РИНЦ, число публикаций как на русском, так и на английском языке оставалось на уровне предыдущего (2019) и следующего (2021) годов (см. рис. 1). Иная ситуация отмечается в случае анализа указанного триплета лет (2019, 2020, 2021 гг.) для электронной библиотеки диссертаций disserCat – самого крупного каталога диссертаций в российском сегменте сети Интернет (рис. 2). Если для диссертаций на соискание учёной степени доктора наук в 2020 году произошел рост их числа на 50 %, по сравнению с предыдущим, и оно осталось на этом же уровне в 2021 году, то для кандидатских диссертаций «ковидный» 2020 год оказался «провальным». Их количество уменьшилось по сравнению с 2019 годом более чем в 1,5 раза, а с 2021 – почти в 2 раза.

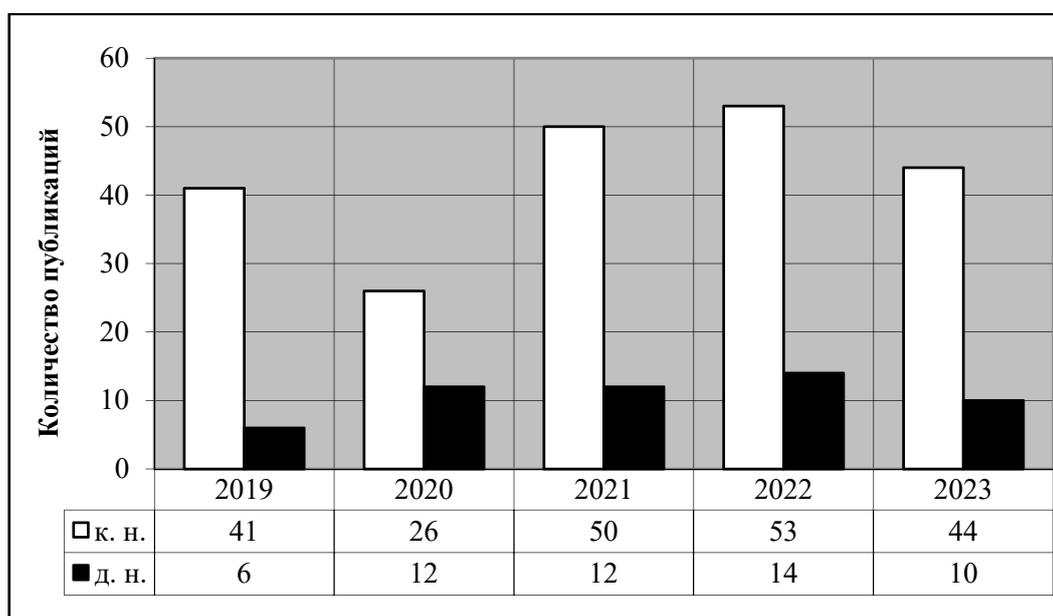


Рис. 2. Количество диссертаций на соискание учёной степени кандидата и доктора наук по тематике геоэкологической оценки на основе данных платформы disserCat
 Fig. 2. Number of dissertations for the degree of candidate and doctor of sciences on the subject of geo-environmental assessment based on data from the disserCat platform

При анализе научных работ рассматриваемой геоэкологической направленности представляет интерес и имеет существенное значение не только само их количество и их временная динамика, но и тот факт, исследователями какого уровня они были подготовлены и опубликованы. При этом, в процессе решения задачи подтверждения актуальности проведения дальнейших исследований геоэкологической тематики крайне важно разобраться, выполняются ли эти работы молодыми исследователями, только начинающими заниматься научными разработками геоэкологического содержания, имеющими незначительный опыт и лишь входящими в геоэкологию (и смежные отрасли) как науку, или же основная масса исследований проводится и их результаты представляются опытными именитыми учёными, подготовившими диссертации на соискание учёной степени доктора наук, представленные в электронной библиотеке диссертаций disserCat (см. рис. 2). Существенно затрудняет подобный анализ факт наличия большого числа совместных публикаций научных руководителей и их учеников.

Для проведения анализа, позволяющего разделить исследователей в области геоэкологической тематики, было решено сравнить численные показатели диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора наук в электронной библиотеке диссер-

таций *disserCat* (см. рис. 2). При оценке и анализе, как и в предыдущем случае, также учитывались публикации только за период 2019–2023 гг.

Анализ полученных по теме исследования данных в первую очередь показывает стабильно высокое число защищённых диссертаций на соискание учёных степеней кандидата наук – от 41 до 53, за исключением аномального 2020 года (см. рис. 2). Тогда количество подобных работ уменьшилось вдвое по причинам, включающим, в том числе, и указанные выше. Эту аномалию, как уже было указано выше, мы также склонны связывать прежде всего с ограничениями, вызванными пандемией COVID-19. При этом стоит отметить, что количество диссертаций на соискание учёных степеней доктора наук было на «привычном» среднем уровне – от 10 до 14 работ (см. рис. 2). В отрицательную сторону, в контексте научных работ, представленных на соискание учёных степеней доктора наук, выделяется предыдущий 2019 год – с показателем всего 6 подобных работ за год (см. рис. 2). Подобный показатель может быть принят в качестве среднего, который наверняка не вызывал бы вопросов и при увеличении размера рассматриваемой выборки лет. Однако данный факт требует более пристального рассмотрения и, возможно, в отдельной работе, с расширением диапазона лет в выборке.

В ходе оценки и анализа тематики геоэкологических исследований на территории ХМАО – Югры, так или иначе связанных с лесными территориями, было рассмотрено более 50 различных научных работ в области геоэкологии, объектом исследования в которых являлись природно-техногенные комплексы и в разной степени трансформированные различными видами антропогенной деятельности геосистемы центральной части Западно-Сибирской равнины [Скурихин, Тесленок, 2023]. В первую очередь среди традиционных комплексных исследований геосистем этой территории и работ по оценке влияния на них различных техногенных объектов, выделяется ряд прикладных работ.

Так, в одной из них [Ковязин, 2021] на примере столицы ХМАО Югры – г. Ханты-Мансийска – рассматривается возможность создания системы литомониторинга, целью которого должно стать предотвращение развития разного рода аварийных ситуаций, связанных с различными геолого-геоморфологическими процессами в верхних слоях земной коры. В другом исследовании [Брыксина, 2011] особое внимание уделяется термокарстовым озёрным ландшафтам Западно-Сибирской равнины, а именно – разработке методических подходов к количественному анализу динамики площадей термокарстовых озёрных котловин и исследованию динамики термокарстовых процессов на основе применения данных дистанционного зондирования Земли.

Выявлены достаточно многочисленные работы на стыке геоэкологии и других наук, например, палеогеографии и исторической географии [Середовских, 2011] и медицинской географии [Маюрова, 2021]. В первой работе исследуются природные условия периода позднего плейстоцена – голоцена в Среднем Приобье и на основе историко-географического анализа определяют характер их влияния на направления и механизмы коэволюции природы и социума. Вторая посвящена выявлению и обоснованию географических предпосылок возникновения, распространения и устойчивого существования природного очага описторхоза на территории ХМАО – Югры.

Одной из наиболее актуальных и востребованных у значительного числа учёных тем исследований является оценка результатов и последствий воздействия на геосистемы рассматриваемой территории комплексов и отдельных предприятий и объектов производственной и транспортной инфраструктуры нефтегазодобывающей и других отраслей [Kharina et al., 2019; Khodzhaeva, 2019; Kuznetsova, 2019; Islamutdinov, Kushnikov, 2020; Gaevaya et al., 2021; Kozelkova et al., 2021; Лютяева и др., 2022; Браак, Лещенко, 2023; Имамутдинов, Тесленок, 2023; Саяхов, Тесленок, 2023; Скурихин, Тесленок, 2023].

Одни учёные оценивают результаты развития геоэкологических и криологических процессов и их влияние на экологические условия, например, изучают явления быстропротекающей вызванной поляризации мёрзлых пород [Агеев, 2019]. Другие исследовате-



ли дают оценку состояния окружающей среды и характеристик текущего состояния охраны окружающей среды и экологической безопасности в округе, а также последствий воздействия нефтегазодобывающей отрасли на геосистемы и социум [Астапенко, 2015; Kharina et al., 2019; Khodzhaeva, 2019], оценивают изменения, происходящие в состоянии почв Западной Сибири [Фоминых, 2013; Михедова, 2023], изучают геоэкологические риски, возникающие при дальнейшем освоении нефтегазовых месторождений [Григорьева, 2004]. Зачастую авторы едины во мнении о важности роли нефтегазодобывающего комплекса для дальнейшего развития региона, однако при необходимости осуществления обязательного комплексного мониторинга состояния природных и антропогенных геосистем территории округа. При этом современное состояние экологической обстановки в отдельных частях региона часто также единодушно оценивается как напряжённое.

Отдельно можно выделить блок работ, посвящённый экологическому мониторингу с использованием данных дистанционного зондирования Земли, а также разнообразное геоинформационное и картографическое обеспечение подобного мониторинга. Так, в работе [Kuznetsova, 2019] средствами ГИС-картографирования разрабатывается картографический материал для мониторинга и оценки состояния окружающей среды в процессе поддержки экономической деятельности. В другом исследовании [Gaeva et al., 2021] рассматриваются особенности территорий традиционного природопользования в целях разработки рекомендаций по оптимизации системы локального экологического мониторинга, а в труде [Kozelkova et al., 2021] продемонстрированы результаты картографического обеспечения экологического мониторинга на одном из лицензионных участков ХМАО – Югры.

Приоритетной темой большого числа отечественных и зарубежных исследований, поднимаемой как напрямую, так и опосредованно, являются особенности общемировых и региональных проявлений процессов глобального изменения климата исследуемой территории и их влияние на человека, экономику и природу [Оганесян, 2019; Торжков и др., 2019; Fawzy et al., 2020; Abbass et al., 2022; Hartmann et al., 2022]. Основные выводы этих исследований подтверждают единый тренд общемирового повышения средней температуры приземного слоя воздуха и региональную специфику проявления происходящих процессов глобального потепления. Помимо общеклиматических исследований, можно выделить направление изучения углеродного баланса в геосистемах, в первую очередь лесных и лесоболотных. В качестве примера можно выделить работу [Mekonnen et al., 2021], а также исследования по оценке и сохранению углеродного баланса в лесных гео- и экосистемах [Sun, Liu, 2020; Морозов, Тесленок, 2023].

Одним из доминирующих ландшафтов средней части Западной Сибири являются болота и лесоболотные комплексы, потому не удивительно, что и они становятся важным объектом изучения учёных. Так, в одной из работ [Мещерякова, Хамедов, 2020] рассматриваются возможности применения методов дистанционного зондирования для оценки геоэкологического состояния лесоболотной зоны Западной Сибири, а в другой [Синюткина и др., 2019] – проводится комплексная оценка состояния лесоболотных экотонов северо-восточной части Большого Васюганского болота.

Ключевыми элементами устойчивого развития территории ХМАО – Югры являются рациональное лесопользование и оптимальное управление лесами. Результаты реализации и внедрения процессов оптимизации использования лесных ресурсов в широком смысле помогут решить множество сопутствующих задач как экономического плана, так и климатических, и природоохранных свойств. Для осуществления эффективного лесопользования необходима полная и актуальная информация о состоянии лесного фонда, выявление и осмысление преимуществ и недостатков всех возможных и доступных для реализации в конкретных условиях региона стратегий лесопользования.

С целью осуществления устойчивого управления ландшафтами лесных территорий на уровне субъекта разрабатываются планы по развитию его лесного комплекса и реали-

зуются многочисленные региональные проекты в лесной отрасли. Среди таковых в первую очередь необходимо назвать Лесной план [Лесной план..., 2024] и проект по сохранению лесов [Региональный проект..., 2024] региона. Определены региональные проблемы и вызовы. Согласно Лесному плану, освоение региона замедляют высокая степень заболоченности его земель, низкая транспортная доступность многих территорий, несоответствие инфраструктуры деревообрабатывающих предприятий сортиментной и породной структуре лесного фонда, невысокая концентрация и степень вертикальной интеграции предприятий лесопромышленного комплекса.

Ряд работ посвящён методологическим аспектам изучения устойчивого лесопользования и лесопользования на исследуемой территории [Платонов, 2020; Морозов, 2022], анализу зависимости экономики региона от нефтегазодобывающей отрасли [Islamutdinov, Kushnikov, 2020]. Отдельно можно выделить результаты исследований по оценке лесных ресурсов территории ХМАО – Югры с использованием данных дистанционного зондирования Земли, а именно – космических снимков среднего разрешения, полученных с борта космического аппарата серии Landsat [Sochilova et al., 2019].

Из года в год набирает актуальность тематика исследования и оценки геоэкологических проблем регионов Арктической зоны России. В конце октября 2020 года президентом Российской Федерации Владимиром Путиным был подписан указ об утверждении стратегии развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года [О стратегии развития ..., 2020]. Кроме исключительно экономических и военных вопросов, и политики государства в целом, в документе большое внимание уделяется и проблемам охраны окружающей среды, и защиты среды обитания и традиционного образа жизни коренных малочисленных народов Севера.

В состав Арктической зоны Российской Федерации были включены и два района ХМАО – Югры – Березовский и Белоярский. Эти районы, расположенные на противоположных берегах в нижнем течении р. Оби, отвечают требованиям, предъявляемым к такого рода территориям: обладая значительными размерами (их территории сопоставимы с Австрией и Нидерландами соответственно), они очень слабо населены (0,2 и 0,7 чел./км² соответственно) и при этом характеризуются высоким потенциалом запасов углеводородного сырья и уровнем его освоения, а также значительными объёмами ресурсов твёрдых полезных ископаемых (прежде всего это марганцевые, хромовые, медные, полиметаллические руды и кварц).

Стратегии развития Арктики и прилегающих территорий ориентированы на приоритетное развитие наукоёмких и высокотехнологичных производств, устранение потенциальных и реальных негативных последствий хозяйственной деятельности в условиях слабоустойчивых к антропогенным нагрузкам геосистем. В связи с этим можно ожидать увеличение числа исследований геоэкологической тематики на территориях регионов ХМАО – Югры, недавно вошедших в состав Арктической зоны России. Ключевыми направлениями таких исследований должны стать изучение изменений почв мерзлотной зоны, влияние нефтегазовой промышленности на ландшафты округа, взаимодействие развивающейся промышленной инфраструктуры с традиционным природопользованием коренных малочисленных народов Севера.

Важно, что при этом многие геоэкологические исследования в регионах Арктической зоны не ограничиваются теоретическими умозаключениями и применением данных дистанционного зондирования Земли, но представляют собой комплексные мероприятия с хорошо поставленными полевыми работами. В качестве примера можно привести работу [Печкин и др., 2015], в которой описывается методика подготовки и проведения экспедиции, включающей сухопутную, водную и воздушную части.

В последние пять лет было опубликовано значительное количество научных работ, в которых российские учёные рассматривают стратегические направления правового обеспечения экологической безопасности в Арктической зоне [Жаворонкова, Агафонов,



2019], геоэкологические вызовы в условиях глобальных изменений климата [Медведков, 2020], проводят эколого-геоморфологический анализ исследуемой территории [Лихачёва и др., 2020], изучают влияние отдельных крупнейших игроков российской нефтегазовой сферы на экологические системы [Бракк, Лещенко, 2023] и возникающие в процессе их экономической деятельности экологические и сопутствующие риски [Оганесян, 2019; Лютяева и др., 2022; Саяхов, Тесленок, 2023].

Заключение

В результате проведённых исследований проанализирована динамика количества публикаций по теме геоэкологической оценки и оптимизации лесных ландшафтов, проиндексированных в различных системах научного цитирования, а также авторефератов диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора наук по тематике геоэкологической оценки на основе данных платформы disserCat.

Сделаны выводы о неодинаковом уровне, степени и детальности геоэкологической изученности территории ХМАО – Югры, а также неравномерной территориальной распределённости исследований и стабильно высокой заинтересованности сообщества научных исследователей темой геоэкологической оценки лесных геосистем. Это свидетельствует об актуальности научных работ данной и сопутствующей тематики применительно к ранее неисследованным и малоисследованным территориям или с использованием до этого неприменённых методологии и методик исследования.

Определён перечень основных направлений геоэкологических исследований ландшафтов лесных территорий, среди которых: оценка современного состояния таких геосистем; локальный и региональный мониторинг лесных ландшафтов, в том числе с применением геоинформационных систем и технологий, цифровых картографических материалов и данных дистанционного зондирования Земли; работы по изучению влияния изменений климата на лесные ландшафты и, в частности, изучение изменений углеродного баланса; особенности лесных геосистем в пределах территорий ХМАО – Югры, вошедших в состав Арктической зоны Российской Федерации.

Список источников

- Итоги работы Департамента недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры за 2023 год (предварительные итоги на 01.09.2023). Департамент недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Электронный ресурс. URL: <https://depprirod.admhmao.ru/deyatelnost/otchet-yo-rabote-departamenta/9531072/2023-god/> (дата обращения: 18 апреля 2024).
- Лесной план Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на 2019 – 2028 годы. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. Электронный ресурс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/550339832> (дата обращения: 18 апреля 2024).
- Региональный проект «Сохранение лесов». Департамент недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Электронный ресурс. URL: <https://depprirod.admhmao.ru/regionalnyy-proekt-sokhranenie-lesov/> (дата обращения: 18 апреля 2024).
- Тесленок С.А., Тесленок К.С. 2012. Методологические подходы и методы исследования взаимоотношений в системе «Ландшафты – сельское хозяйство». Актуальные проблемы географии и. геоэкологии. Электронное научное издание, 1(11). Электронный ресурс. URL: <http://www.geoeko.mrsu.ru/2012-1/PDF/Teslenok.pdf> (дата обращения: 18 апреля 2024).
- О стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года: Указ Президента РФ № 645 от 26.10.2020 (ред. от 27.02.2023). Электронный ресурс. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010260033> (дата обращения: 18 апреля 2024).
- Характеристика лесного фонда Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на 01.01.2024 г. // Департамент недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного

округа – Югры. Электронный ресурс. URL: <https://depprirod.admhmao.ru/regionalnyy-proekt-sokhranenie-lesov/> (дата обращения: 18 апреля 2024).

ХМАО – лидер. Н. Комарова сообщила, что в регионе созданы мощности, обеспечивающие возможность регулируемо добывать 210-230 млн т/год нефти. Электронный ресурс. URL: <https://neftegaz.ru/news/dobycha/820913-khmao-lider-n-komarova-soobshchila-chto-v-regione-sozdany-moshchnosti-obespechivayushchie-vozmozhnos/> (дата обращения: 18 апреля 2024).

eLIBRARY.ru. Научная электронная библиотека. Электронный ресурс. URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp?> (дата обращения: 18 апреля 2024).

Google Академия. Электронный ресурс. URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18 апреля 2024).

Список литературы

- Агеев Д.В. 2019. Изучение явления быстропротекающей вызванной поляризации мёрзлых пород. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Москва, 23 с.
- Астапенко Е.О. 2015. Характеристика текущего состояния охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки, 7: 243–250.
- Бракк Д.Г., Лещенко Ю.Г. 2023. Анализ показателей функционирования Группы ПАО «Газпром» в контексте воздействия на экологическую систему арктической зоны России. Развитие и безопасность, 1(17): 59–73. https://doi.org/10.46960/2713-2633_2023_1_59.
- Брыксина Н.А. 2011. Научно-методические основы применения данных дистанционного зондирования при исследовании термокарстовых озёрных ландшафтов Западно-Сибирской равнины. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Томск, 15 с.
- Григорьева М.В. 2004. Экологические риски при освоении и эксплуатации крупного нефтяного месторождения Западной Сибири. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Москва, 22 с.
- Дехнич В.С. 2021. Низкоуглеродные стратегии развития урбанизированных территорий Казахстана в условиях изменения климата. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Москва, 26 с.
- Жаворонкова Н.Г., Агафонов В.Б. 2019. Стратегические направления правового обеспечения экологической безопасности в Арктической зоне Российской Федерации. Актуальные проблемы российского права, 7(104): 161–171. <https://doi.org/10.17803/1994-1471.2019.104.7.161-171>.
- Иванченко А.М. 2022. Геоэкологическая оценка современного состояния Ростовской области. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону, 24 с.
- Имамутдинов З.М., Тесленок С.А. 2023. Методы и технологии переработки промышленных и твёрдых бытовых отходов нефтедобывающего предприятия. В кн.: Актуальные экологические проблемы и экологическая безопасность в современных условиях. Международная научно-практическая конференция, Саратов, 25 октября 2023. Саратов, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова: 176–185.
- Ковязин И.Г. 2021. Информационная инженерно-геологическая модель городских территорий для строительного освоения (на примере г. Ханты-Мансийска). Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург, 23 с.
- Леднова Ю.А. 2020. Оценка геоэкологической ситуации в прибрежной зоне Невской губы на основе комплексно-индикаторного подхода. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. СПб., 23 с.
- Лихачёва Э.А., Кошкарев А.В., Морозова А.В. 2020. Эколого-геоморфологический анализ Арктической зоны Российской Федерации. Москва, Медиа-Пресс, 117 с.
- Лютяева А.А., Наумова А.А., Тесленок С.А. 2022. Экологические риски при освоении нефтегазовых месторождений в Российской Арктике. В кн.: Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе. Материалы Международной научно-практической конференции, Тюмень, 28 ноября 2022. Тюмень, Тюменский индустриальный университет: 95–98.
- Маюрова А.С. 2021. Геоэкологическая оценка природного очага описторхоза на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Санкт-Петербург, 23 с.
- Медведков А.А. 2020. Арктическая зона РФ: новые геоэкологические вызовы в условиях



- глобальных изменений климата. В кн.: Мировая экологическая повестка и Россия. Материалы Всероссийской научной онлайн-конференции с международным участием, Москва, 16–18 ноября 2020. Москва, МГУ: 90–95.
- Мещерякова А.В., Хамедов В.А. 2020. Возможности современных методов дистанционного зондирования в оценке состояния лесоболотной зоны Западной Сибири. В кн: Проблемы рационального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири. Материалы VIII региональной молодёжной конференции им. В. И. Шпильмана, Ханты-Мансийск, 2–3 апреля 2020. Ханты-Мансийск, Югорский формат: 123–126.
- Михедова Е.Е. 2023. Экологическая оценка метода сорбционной биоремедиации нефтезагрязненных минеральных почв Западной Сибири. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 22 с.
- Морозов А.Е. 2022. Научное обоснование системы противопожарного устройства лесного фонда в районах нефтегазодобычи (на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры). Автореф. дис. ... док. сельскохоз. наук. Екатеринбург, 39 с.
- Морозов В.С., Тесленок С.А. 2023. Оценка углеродного баланса в лесных экосистемах. В кн.: Экологические проблемы использования горных лесов. Международная научно-практическая конференция, Краснодар, 23–25 ноября 2023. Краснодар, Кубанский государственный университет: 297–301.
- Мунхуу А. 2019. Геоэкологическая оценка территории г. Улан-Батора в границах пойменно-террасового комплекса р. Туул. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Барнаул, 24 с.
- Мячина К.В. 2021. Геоэкологический анализ и пути оптимизации ландшафтов степной зоны в условиях разработки нефтегазовых месторождений. Автореф. дис. ... док. геогр. наук. Оренбург, 38 с.
- Оганесян В.В. 2019. Климатические изменения как факторы риска для экономики России. Гидрометеорологические исследования и прогнозы, 3(373): 161–184.
- Печкин А.С., Кобелев В.О., Красненко В.С., Печкина Ю.А. 2015. Экологическая оценка и ландшафтный анализ территории Арктической зоны Западной Сибири. Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа, 4(89): 49–52.
- Платонов Е.Ю. 2020. Научное обоснование системы противопожарного устройства лесного фонда в районах нефтегазодобычи (на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры). Автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук. Екатеринбург, 20 с.
- Санжапов Р.Б. 2019. Методы и модели анализа нечеткой информации для обоснования мер по обеспечению экологической безопасности развития города. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 18 с.
- Саяхов Е.И., Тесленок С.А. 2023. Производственный экологический контроль на объектах нефтегазодобычи. В кн.: Актуальные экологические проблемы и экологическая безопасность в современных условиях. Международная научно-практическая конференция, Саратов, 25–27 октября 2023. Саратов, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова: 351–361.
- Свиридова Е.П. 2022. Геоэкологическая оценка туристско-рекреационной освоенности горного региона (на примере Республики Адыгея). Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Майкоп, 24 с.
- Середовских Б.А. 2011. Коэволюция человека и природной среды в Среднем Приобье в связи с биосферно-климатическими перестройками: поздний плейстоцен – голоцен. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Ханты-Мансийск, 22 с.
- Синюткина А.А., Каширо М.А., Чудиновская Л.А. 2019. Комплексная оценка состояния лесоболотных экотонов северо-восточных отрогов Большого Васюганского болота. В кн.: Тринадцатое Сибирское совещание и школа молодых учёных по климато-экологическому мониторингу. Тезисы докладов российской конференции, Томск, 15–19 декабря 2019. Томск, Аграф-Пресс: 232–233.
- Скурихин А.А., Тесленок С.А. 2023. Направления геоэкологических исследований экосистем Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в контексте устойчивого развития региона. В кн.: Экологические проблемы использования горных лесов. Материалы II Международной научно-практической конференции, Майкоп, 23–25 ноября 2023. Краснодар, Кубанский государственный университет: 395–399.
- Тесленок С.А. 2009. Историко-географические исследования и картографирование процесса

- агроландшафтогенеза. *ИнтерКарто. ИнтерГИС*, 15(1): 174–186.
- Тесленок С.А. 2013. Агроландшафтогенез, или сельскохозяйственное ландшафтообразование. *Бюллетень Отделения Русского географического общества в Республике Мордовия*, 2: 48–51.
- Тесленок С.А. 2014. Агроландшафтогенез в районах интенсивного хозяйственного освоения: Исследование с использованием ГИС-технологий. Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 189 с.
- Тесленок С.А., Тесленок К.С. 2012. Методологические подходы и методы исследования агроландшафтов. В кн.: *Природно-социально-производственные системы регионов компактного проживания финно-угорских народов*. Саранск, Издательство Мордовского университета: 217–226.
- Торжков И.О., Кушнир Е.А., Константинов А.В., Королева Т.С., Ефимов С.В., Школьник И.М. 2019. Оценка влияния ожидаемых изменений климата на лесное хозяйство. *Метеорология и гидрология*, 3: 40–49.
- Тушина А.С. 2021. Геоэкологическая оценка малых водоемов города Новосибирска. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Барнаул, 20 с.
- Фоминих Д.Е. 2013. Техногенное заселение почв как геоэкологический фактор при разработке нефтяных месторождений Среднего Приобья. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Томск, 23 с.
- Abbass K., Qasim M.Z., Song H., Murshed M., Haider M., Younis I. 2022. A Review of the Global Climate Change Impacts, Adaptation, and Sustainable Mitigation Measures. *Environmental Science and Pollution Research*, 29: 42539–42559. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>
- Fawzy S., Osman A.I., Doran J., Rooney D. 2020. Strategies for Mitigation of Climate Change: a Review. *Environmental Chemistry Letters*, 18: 2069–2094. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01059-w>
- Gaevaya E., Kustysheva I., Petuhova V. 2021. Development of Recommendations on the Effectiveness of Monitoring in the Territories of Traditional Nature Management in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 937(2): 022056. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/937/2/022056>.
- Hartmann H., Bastos A., Das A.J. 2022. Climate Change Risks to Global Forest Health: Emergence of Unexpected Events of Elevated Tree Mortality Worldwide. *Annual Review of Plant Biology*, 73(1): 673–702. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-102820-012804>.
- Islamutdinov V.F., Kushnikov E.I. 2020. Long-term Forecast of the Dependence of the Economy of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Ugra (Russia) on the Sectors of the Fuel and Energy Complex. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(2): 382–389. <https://doi.org/10.32479/ijeep.9081>
- Kharina N., Tkachev B., Moldanova T., Tkacheva T. 2019. Impact of Oil and Gas Development on Everyday Life of Indigenous Peoples. In: *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EPSBS. SCTCMG 2019 - Social and Cultural Transformations in the Context of Modern Globalism*, Groznyi, 14–15 June 2019. Groznyi, Future Academy: 3124–3129.
- Khodzhaeva G.K. 2019. Crude Oil Lines Accident Rate Analysis in Nizhnevartovsk District KhMAO-Ugra for Years 2014-2018. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 381(1): 012040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/381/1/012040>
- Kozelkova E. Seredovskikh B., Vasikova A., Isypov V. 2021. Cartographic Support of Local Environmental Monitoring of Licensed Areas of Oil Production Enterprises of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra. *E3S Web of Conferences*, 295: 04002.
- Kurmanbayeva A., Talal A., Zhaparova S., Bayazitova Z., Kakabayev A. 2022. Waste Accumulation and Geocological Assessment of the Territories Around the Landfills in Kokshetau. *GEOMATE Journal*, 23(96): 179–185.
- Kuznetsova V.P. 2019. Geographic Information Mapping for Monitoring the Adverse Natural Processes in Khanty-Mansiysk Autonomous Area-Yugra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 381(1): 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/381/1/012052>
- Lisetskii F. 2024. Associated problems of soil erosion, river degradation and water ecology: a bibliometric analysis of publications in the journal of Regional Geosystems between 2013 and 2023. *Environmental Analysis & Ecology Studies*, 12(2): 000785.
- Mekonnen Z.A., Riley W., Berner L.T., Bouskill N. 2021. Arctic Tundra Shrubification: a Review of Mechanisms and Impacts on Ecosystem Carbon Balance. *Environmental Research Letters*, 16(5): 053001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abf28b>



- Sochilova E.N., Surkov N.V., Ershov D., Khamedov V.A. 2019. Assessment of Biomass of Forest Species Using Satellite Images of High Spatial Resolution (on the Example of the Forest of Khanty-Mansi Autonomous Okrug). *Forest Science Issues*, 2(S2): 1–19. <https://doi.org/10.31509/2658-607x-2019-2-2-1-20>
- Sun W., Liu X. 2020. Review on Carbon Storage Estimation of Forest Ecosystem and Applications in China. *Forest Ecosystems*, 7(1): 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40663-019-0210-2>

References

- Ageev D.V. 2019. *Izuchenie yavleniya bystroprotekayushchej vyzvannoj polarizacii merzlyh porod [Study of the Phenomenon of Fast-Flowing Induced Polarization of Frozen Rocks]*. Abstract dis. ... cand. geolog.-miner. sciences. Moscow, 23 p.
- Astapenko E.O. 2015. *Kharakteristika tekushchego sostoyaniya okhrany okruzhayushej sredy i obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti Khanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga-Yugry [Characteristics of the Current State of Environmental Protection and Ensuring Environmental Safety of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Ugra]*. *Humanities, socio-economic and social sciences*, 7: 243–250.
- Brakk D.G., Leshhenko Yu.G. 2023. Analysis of the Functioning Indicators of PJSC Gazprom Group in the Context of Impact on the Environmental System of the Arctic Zone of Russia. *Development and Security*, 1(17): 59–73 (in Russian). https://doi.org/10.46960/2713-2633_2023_1_59.
- Bryksina N.A. 2011. *Nauchno-metodicheskie osnovy primeneniya dannyh distantsionnogo zondirovaniya pri issledovanii termokarstovyh ozernyh landshaftov Zapadno-Sibirskoj ravniny [Scientific and Methodological Basis for the Use of Remote Sensing Data in the Study of Thermokarst Lake Landscapes of the West Siberian Plain]*. Abstract dis. ... cand. geogr. sciences. Tomsk, 15 p.
- Grigoreva M.V. 2004. *Ekologicheskie riski pri osvoenii i ekspluatatsii krupnogo neftyanogo mestorozhdeniya Zapadnoj Sibiri [Environmental Risks During the Development and Operation of a Large Oil Field in Western Siberia]*. Abstract dis. ... cand. geogr. sciences. Moscow, 22 p.
- Dehnich V.S. 2021. *Nizkouglerodnye strategii razvitiya urbanizirovannyh territorij Kazahstana v usloviyah izmeneniya klimata [Low-Carbon Strategies for the Development of Urbanized Territories of Kazakhstan in the Context of Climate Change: Author's Abstract]*. Abstract dis. ... cand. geogr. sciences. Moscow, 26 p.
- Zhavoronkova N.G., Agafonov V.B. 2019. Strategic Directions of Legal Support of Environmental Safety in the Arctic Zone of the Russian Federation. *Actual Problems of Russian Law*, 7(104): 161–171 (in Russian). <https://doi.org/10.17803/1994-1471.2019.104.7.161-171>.
- Ivanchenko A.M. 2022. *Geoekologicheskaya ocenka sovremennogo sostoyaniya Rostovskoj oblasti [Geoecological Assessment of the Current State of the Rostov Region]*. Abstract dis. ... cand. geogr. sciences. Rostov-on-Don, 24 p.
- Imamutdinov Z.M., Teslenok S.A. 2023. *Metody i tehnologii pererabotki promyshlennyh i tverdyh bytovyh othodov nefte dobyvajushhego predpriyatija [Methods and Technologies of Processing Industrial and Solid Household Waste of an Oil-Producing Enterprise]*. International scientific and practical conference, Saratov, 25 October 2023. Saratov, Publ. Saratovskiy gosudarstvennyy universitet genetiki, biotekhnologii i inzhenerii imeni N.I. Vavilova: 176–185.
- Kovyazin I.G. 2021. *Informacionnaya inzhenerno-geologicheskaya model' gorodskih territorij dlya stroitel'nogo osvoeniya (na primere g. Xanty-Mansijska) [Information Engineering-Geological Model of Urban Areas for Construction Development (Using the Example of Khanty-Mansiysk)]*. Abstract dis. ... cand. geolog.-miner. sciences. Ekaterinburg, 23 p.
- Lednova Y.A. 2020. *Ocenka geoekologicheskoy situacii v pribrezhnoj zone Nevskoj guby na osnove kompleksno-indikatornogo podhoda [Assessment of the Geo-Ecological Situation in the Coastal Zone of the Neva Bay Based on an Integrated Indicator Approach]*. Abstract dis. ... cand. geogr. sciences. Sankt-Petersburg, 23 p.
- Lihachyova E.A., Koshkarev A.V., Morozova A.V. 2020. *Ecologo-Geomorphological Analysis of the Arctic Zone of the Russian Federation*. Moscow, Publ. Media-Press, 117 p. (in Russian).
- Lisetskii F. 2024. Associated problems of soil erosion, river degradation and water ecology: a bibliometric analysis of publications in the journal of Regional Geosystems between 2013 and 2023. *Environmental Analysis & Ecology Studies*, 12(2): 000785.
- Ljurtjaeva A.A., Naumova A.A., Teslenok S.A. 2022. *Jekologicheskie riski pri osvoenii neftegazovyh*

- mestorozhdenij v Rossijskoj Arktike [Environmental Risks in the Development of Oil and Gas Fields in the Russian Arctic]. Arktika: sovremennye podhody k proizvodstvennoj i jekologicheskoj bezopasnosti v neftegazovom sektore [Arctic: Modern Approaches to Industrial and Environmental Safety in the Oil and Gas Sector]. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Tyumen, 28 November 2022. Tyumen, Publ. Tyumenskiy industrialnyy universitet: 95–98.
- Mayurova A.S. 2021. Geoekologicheskaya ocenka prirodnoho ochaga opistorhoza na territorii Xanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – Yugry [Geoecological Assessment of the Natural Focus of Opisthorchiasis on the Territory of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra]. Abstract dis. ... cand. geogr. sciences. Sankt-Petersburg, 23 p.
- Medvedkov A.A. 2020. Arkticheskaya zona RF: novye geoekologicheskie vyzovy v usloviyah globalnyh izmenenij klimata [Arctic Zone of the Russian Federation: New Geo-Ecological Challenges in the Context of Global Climate Change]. In: Mirovaya ekologicheskaya povestka i Rossiya [World Environmental Agenda and Russia]. Proceedings of the All-Russian scientific online conference with international participation, Moscow, 16–18 November 2020. Moscow, Publ. Moscow State University: 90–95.
- Mesheryakova A.V., Khamedov V.A. 2020. Vozmozhnosti sovremennyh metodov distancionnogo zondirovaniya v ocenke sostoyaniya lesobolotnoj zony Zapadnoj Sibiri [Capabilities of Modern Remote Sensing Methods in Assessing the State of the Forest-Swamp Zone of Western Siberia]. In: Mirovaya ekologicheskaya povestka i Rossiya [Problems of Rational Nature Management and the History of Geological Prospecting in Western Siberia]. Proceedings of the VIII regional youth conference named after V.I. Shpilman, Khanty-Mansiysk, 2–3 April 2020. Khanty-Mansiysk, Publ. Yugorskiy format: 123–126.
- Mikhedova E.E. 2023. Ekologicheskaya ocenka metoda sorbcionnoj bioremediacii neftezagryaznennyh mineralnyh pochv Zapadnoj Sibiri [Environmental Assessment of the Method of Sorption Bioremediation of Oil-Contaminated Mineral Soils in Western Siberia]. Abstract dis. ... cand. biolog. sciences. Rostov-on-Don, 22 p.
- Morozov A.E. 2022. Nauchnoe obosnovanie sistemy protivopozharnogo ustrojstva lesnogo fonda v rajonax neftegazodobychi (na primere Xanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – Yugry) [Scientific Substantiation of the Forest Fire Protection System in Oil and Gas Production Areas (Using the Example of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra)]. Abstract diss. ... doc. agricul. sciences. Ekaterinburg, 39 p.
- Morozov V.S., Teslenok S.A. 2023. Ocenka uglerodnogo balansa v lesnyh jekosistemah [Assessment of Carbon Balance in Forest Ecosystems]. In: Jekologicheskie problemy ispol'zovanija gornyh lesov [Environmental Problems of Mountain Forest Use]. International scientific and practical conference, Krasnodar, 23–25 November 2023. Krasnodar, Publ. Kubanskiy gosudarstvennyy universitet: 297–301.
- Munhuu A. 2019. Geoekologicheskaya ocenka territorii g. Ulan-Batora v graniczax pojmenno-terrasovogo kompleksa r. Tuul [Geoecological Assessment of the Territory of the City of Ulaanbaatar Within the Boundaries of the Floodplain-Terrace Complex of the River Tuul]. Abstract dis. ... cand. geogr. sciences. Barnaul, 24 p.
- Myachina K.V. 2021. Geoekologicheskij analiz i puti optimizacii landshaftov stepnoj zony v usloviyah razrabotki neftegazovyh mestorozhdenij [Geoecological Analysis and Ways to Optimize Landscapes of the Steppe Zone in the Conditions of Oil and Gas Field Development]. Abstract dis. ... doc. geogr. sciences. Orenburg, 38 p.
- Oganesyan V.V. 2019. Climate Change as a Risk Factor for the Russian Economy. Hydrometeorological Research and Forecasts, 3(373): 161–184 (in Russian).
- Pechkin A.S., Kobelev V.O., Krasnenko V.S., Pechkina Y.A. 2015. Ekologicheskaya ocenka i landshaftnyj analiz territorii Arkticheskoy zony Zapadnoj Sibiri [Environmental Assessment and Landscape Analysis of the Territory of the Arctic Zone of Western Siberia]. Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, 4 (89): 49–52.
- Platonov E.Y. 2020. Nauchnoe obosnovanie sistemy protivopozharnogo ustrojstva lesnogo fonda v rajonax neftegazodobychi (na primere Xanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – Yugry) [Scientific Substantiation of the Forest Fire Protection System in Oil and Gas Production Areas]. Abstract diss. ... cand. agricul. sciences. Ekaterinburg, 20 p.
- Sanzhapov R.B. 2019. Metody i modeli analiza nechetkoj informacii dlya obosnovaniya mer po obespecheniyu ekologicheskoy bezopasnosti razvitiya goroda [Methods and Models for Analyzing



- Fuzzy Information to Substantiate Measures to Ensure Environmental Safety of City Development]. Abstract diss. ... cand. tech. sciences. Moscow, 18 p.
- Sajahov E.I., Teslenok S.A. 2023. Proizvodstvennyj jekologicheskij kontrol' na obektah neftegazodobychi [Industrial Environmental Control at Oil and Gas Production Facilities]. Aktual'nye jekologicheskie problemy i jekologicheskaja bezopasnost' v sovremennyh uslovijah [Actual Environmental Problems and Environmental Safety in Modern Conditions]. International scientific and practical conference, Saratov, 25–27 October 2023. Saratov, Publ. Saratovskiy gosudarstvennyy universitet genetiki. biotekhnologii i inzhenerii imeni N.I. Vavilova: 351–361.
- Sviridova E.P. 2022. Geoekologicheskaya ocenka turistko-rekreacionnoj osvoennosti gornogo regiona (na primere Respubliki Adygeya) [Geocological Assessment of Tourist and Recreational Development of a Mountain Region (Using the Example of the Republic of Adygea)]. Abstract dis. ... cand. geogr. sciences. Maykop, 24 p.
- Seredovskikh B.A. 2011. Koevoljuciya cheloveka i prirodnoj sredy v Srednem Priob'e v svyazi s biosferno-klimaticheskimi perestrojkami: pozdnij plejstocen - golocen [Coevolution of Humans and the Natural Environment in the Middle Ob Region in Connection with Biosphere-Climatic Changes: Late Pleistocene – Holocene]. Abstract dis. ... cand. geogr. sciences. Khanty-Mansiysk, 22 p.
- Sinyutkina A.A., Kashiro M.A., Chudinovskaya L.A. 2019. Kompleksnaya ocenka sostoyaniya lesobolotnyh ekotonov severo-vostochnyh otrogov Bolshogo Vasyuganskogo bolota [Comprehensive Assessment of the State of Forest-Swamp Ecotones of the Northeastern Spurs of the Great Vasyugan Swamp]. In: Trinadtsatoye Sibirskoye soveshchaniye i shkola molodykh uchenykh po klimato-ekologicheskomu monitoring [Thirteenth Siberian Conference and School of Young Scientists on Climate and Environmental Monitoring]. Abstracts of the Russian Conference, Tomsk, 15–19 December 2019. Tomsk, Publ. Agraf-Press: 232–233.
- Skurihin A.A., Teslenok S.A. 2023. Napravleniya geojekologicheskikh issledovaniy jekosistem Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – Yugry v kontekste ustojchivogo razvitija regiona [Directions of Geocological Research of Ecosystems of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra in the Context of Sustainable Development of the Region]. In: Jekologicheskie problemy ispol'zovaniya gornyh lesov [Environmental Problems of the Use of Mountain Forests]. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Maykop, 23–25 November 2023. Krasnodar, Publ. Kubanskiy gosudarstvennyy universitet: 395–399.
- Teslenok S.A. 2009. Istoriko-geograficheskie issledovaniya i kartografirovaniye processa agrolandshaftogeneza [Historical and Geographical Research and Mapping of the Process of Agrolandscapogenesis]. InterKarto.InterGIS, 15(1): 174–186.
- Teslenok S.A. 2013. Agrolandshaftogenez, ili sel'skohozyajstvennoe landshaftoobrazovanie [Agrolandscaptogenesis, or Agricultural Landscape Formation]. Byulleten Otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva v Respublike Mordoviya, 2: 48–51.
- Teslenok S.A. 2014. Agrolandshaftogenez v rajonah intensivnogo hozhajstvennogo osvoeniya: Issledovanie s ispol'zovaniem GIS-tehnologij [Agrolandscaptogenesis in Areas of Intensive Economic Development: A Study Using GIS Technologies]. Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 189 p.
- Teslenok S.A., Teslenok K.S. 2012. Metodologicheskie podhody i metody issledovaniya agrolandshaftov [Methodological Approaches and Methods of Research of Agricultural Landscapes]. In: Prirodno-social'no-proizvodstvennye sistemy regionov kompaktnogo prozhivaniya finno-ugorskih narodov: [Natural, Social and Production Systems of Regions of Compact Residence of Finno-Ugric Peoples]. Saransk, Izdatelstvo Mordovskogo universiteta: 217–226.
- Torzhkov I.O., Kushnir E.A., Konstantinov A.V., Koroleva T.S., Efimov S.V., Shkolnik I.M. 2019. Assessment of Future Climate Change Impacts on Forestry in Russia. Russian Meteorology and Hydrology, 44 (3): 180–186 (in Russian). <https://doi.org/10.3103/S1068373919030038>.
- Tushina A.S. 2021. Geoekologicheskaya ocenka malyh vodoemov goroda Novosibirska [Geocological Assessment of Small Reservoirs in the City of Novosibirsk]. Abstract dis. ... cand. geogr. sciences. Barnaul, 20 p.
- Fominyh D.E. 2013. Tehnogennoe zaselenie pochv kak geoekologicheskij faktor pri razrabotke neftyanyh mestorozhdenij Srednego Priobya [Technogenic Settlement of Soils as a Geocological Factor in the Development of Oil Fields in the Middle Ob Region]. Abstract dis. ... cand. geogr. sciences. Tomsk, 23 p.
- Abbass K., Qasim M.Z., Song H., Murshed M., Haider M., Younis I. 2022. A Review of the Global

- Climate Change Impacts, Adaptation, and Sustainable Mitigation Measures. *Environmental Science and Pollution Research*, 29: 42539–42559. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>
- Fawzy S., Osman A.I., Doran J., Rooney D. 2020. Strategies for Mitigation of Climate Change: a Review. *Environmental Chemistry Letters*, 18: 2069–2094. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01059-w>
- Gaevaya E., Kustysheva I., Petuhova V. 2021. Development of Recommendations on the Effectiveness of Monitoring in the Territories of Traditional Nature Management in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 937 (2): 022056. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/937/2/022056>.
- Hartmann H., Bastos A., Das A.J. 2022. Climate Change Risks to Global Forest Health: Emergence of Unexpected Events of Elevated Tree Mortality Worldwide. *Annual Review of Plant Biology*, 73(1): 673–702. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-102820-012804>.
- Islamutdinov V.F., Kushnikov E.I. 2020. Long-term Forecast of the Dependence of the Economy of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Ugra (Russia) on the Sectors of the Fuel and Energy Complex. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(2): 382–389. <https://doi.org/10.32479/ijeep.9081>
- Kharina N., Tkachev B., Moldanova T., Tkacheva T. 2019. Impact of Oil and Gas Development on Everyday Life of Indigenous Peoples. In: *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EPSBS. SCTCMG 2019 - Social and Cultural Transformations in the Context of Modern Globalism*, Groznyi, 14–15 June 2019. Groznyi, Future Academy: 3124–3129.
- Khodzhaeva G.K. 2019. Crude Oil Lines Accident Rate Analysis in Nizhnevartovsk District KhMAO-Ugra for Years 2014-2018. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 381(1): 012040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/381/1/012040>
- Kozelkova E. Seredovskikh B., Vasikova A., Isypov V. 2021. Cartographic Support of Local Environmental Monitoring of Licensed Areas of Oil Production Enterprises of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra. *E3S Web of Conferences*, 295: 04002.
- Kurmanbayeva A., Talal A., Zhaparova S., Bayazitova Z., Kakabayev A. 2022. Waste Accumulation and Geocological Assessment of the Territories Around the Landfills in Kokshetau. *GEOMATE Journal*, 23(96): 179–185.
- Kuznetsova V.P. 2019. Geographic Information Mapping for Monitoring the Adverse Natural Processes in Khanty-Mansiysk Autonomous Area-Yugra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 381(1): 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/381/1/012052>
- Mekonnen Z.A., Riley W., Berner L.T., Bouskill N. 2021. Arctic Tundra Shrubification: a Review of Mechanisms and Impacts on Ecosystem Carbon Balance. *Environmental Research Letters*, 16(5): 053001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abf28b>
- Sochilova E.N., Surkov N.V., Ershov D., Khamedov V.A. 2019. Assessment of Biomass of Forest Species Using Satellite Images of High Spatial Resolution (on the Example of the Forest of Khanty-Mansi Autonomous Okrug). *Forest Science Issues*, 2(S2): 1–19. <https://doi.org/10.31509/2658-607x-2019-2-2-1-20>
- Sun W., Liu X. 2020. Review on Carbon Storage Estimation of Forest Ecosystem and Applications in China. *Forest Ecosystems*, 7(1): 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40663-019-0210-2>

*Поступила в редакцию 04.05.2024;
поступила после рецензирования 05.06.2024;
принята к публикации 07.06.2024*

*Received May 04, 2024;
Revised June 05, 2024;
Accepted June 07, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Скурихин Александр Александрович, аспирант 1-го года обучения специальности 1.6.21 «Геоэкология», инженер лаборатории изучения пространственно-временной

Alexandr A. Skurihin, postgraduate student of the 1st year of study in the specialty 1.6.21 "Geoecology", engineer of the laboratory for studying the spatial and temporal variability of the



изменчивости углеродного баланса лесных и болотных экосистем средней тайги Западной Сибири, Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Тесленок Сергей Адамович, кандидат географических наук, доцент высшей экологической школы, Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Обрядин Алексей Александрович, магистрант 2-го года обучения направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование», Югорский государственный университет; г. Ханты-Мансийск, Россия.

carbon balance of forest and swamp ecosystems of the middle taiga of Western Siberia, Yuga State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Sergei A. Teslenok, PhD of Geography, Associate Professor of the Higher School of Ecology, Yuga State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Alexey A. Obryadin, student of the 2nd year of study in the areas of training 05.04.06 "Ecology and nature management", Yuga State University, Khanty-Mansiysk, Russia



УДК 914/919

DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-271-288

Роль пространства в трансформационной модели российской экономики

Гладкий Ю.Н.

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
Россия, 191186, Санкт-Петербург, наб. Мойки, 48
E-mail: Gladky43@rambler.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы использования пространства в трансформационной модели российской экономики. Подчеркивается, что это понятие вмещает в себя значительно больше смыслов, чем обычно вкладывают в него отдельные авторы и составители официальных документов. Пространство – еще среда обитания, качество жизни, экологическое состояние, этническая родина, а также геополитические и геостратегические интересы федеративного государства. Отстаивается многомерность определения модернизации с идентификацией многих критериев, включая пространственный. Анализируется содержание стратегии пространственного развития РФ на период до 2025 года, во многом ориентированной на западные рынки. Уточнение смысла понятий «пространство» и «модернизация» сопровождается увязкой этих категорий с конкретной территорией. В связи с новой геостратегической ситуацией и реализацией идеи «Восточного поворота» привлекается внимание к процессу создания в Сибири и на Дальнем Востоке территорий опережающего развития (ТОР) для привлечения внешних инвестиций, ускоренного развития экономики и улучшения жизни населения. Географическая близость России и Китая, а также во многом совпадающие их геополитические интересы, способны стать мультипликатором эффективности такого освоения.

Ключевые слова: пространство, модернизация, стратегия пространственного развития, азиатские приоритеты, Китай, Дальний Восток, провинция Хейлунцзян, пограничная торговля

Для цитирования: Гладкий Ю.Н. 2024. Роль пространства в трансформационной модели российской экономики. Региональные геосистемы, 48(2): 271–288. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-271-288

The Role of Space in the Transformational Model of the Russian Economy

Yuriy N. Gladkiy

Herzen State Pedagogical University of Russia
48 Moika Embankment, St. Petersburg 191186, Russia
E-mail: Gladky43@rambler.ru

Abstract. The issues of using space in the transformational model of the Russian economy are considered. It is emphasized that this concept contains much more meanings than individual authors and drafters of official documents are used to putting into it. Space is also the habitat, quality of life, ecological status, ethnic homeland, as well as the geopolitical and geostrategic interests of the federal state. The multidimensionality of the definition of modernization with the identification of many criteria, including spatial, is defended. The content of the Spatial Development Strategy of the Russian Federation



for the period up to 2025 is analyzed, largely focused on foreign markets, are articulated. In addition to clarifying the concepts of "space" and "modernization", an attempt is being made to link these categories with a specific territory. In connection with the new geostrategic situation and the implementation of the idea of the "Eastern Turn", attention is drawn to accelerating the process of creating territories of advanced development (TAD) in Siberia and the Far East to attract foreign investment, accelerate economic development and improve the lives of the population. The geographical proximity of Russia and China, as well as their largely overlapping geopolitical interests, can become a multiplier of the effectiveness of such development.

Keywords: space, modernization, spatial development strategy, Asian priorities, China, Far East, cross-border trade

For citation: Gladkiy Yu.N. 2024. The Role of Space in the Transformational Model of the Russian Economy. *Regional geosystems*, 48(2): 271–288. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-271-288

Введение

Теоретические контуры модели российской экономики в первые постсоветские десятилетия оставались крайне расплывчатыми. Утверждения о ее монетаристской природе, которые постоянно сопровождали выступления творцов экономической политики, манипулировавших реформами в области денежной и кредитной политики, мало соответствовали действительности. Во всяком случае, они далеко не совпадали со взглядами М. Фридмана [1998] – американского экономиста, в 1976 году получившего Нобелевскую премию именно за исследования в области потребления, монетарной политики и сложностей стабилизационных реформ.

Вкратце, суть расхождений сводилась к тому, что «классические» монетаристы традиционно противятся использованию активной денежно-кредитной политики в целях «точной настройки экономики». Они делают акцент на весьма длительные тренды, полагая, что закономерности последних существенно отличаются от кратковременных колебаний в экономике. Вот почему академик Минакир П.А. (авторитетный отечественный представитель не только региональной экономики, но и экономической географии) справедливо ставил под сомнение тесную связь российских реформ с монетаризмом. Он полагал, что с учетом кратковременного характера осуществленных экономических преобразований в постсоветские десятилетия, «более отвечающей существу дела должна бы была рассматриваться теория Кейнса» [Минакир, 2001], сердцевиной которой является, как известно, существенная роль государства. (Кстати, в 1999 году журнал «*Time*» включил Кейнса в число самых важных людей XX века).

В любом случае суть модернизации, согласно материалистическому пониманию общества, теснейшим образом связана с экономикой – его базисом. Это аксиома. Однако разрыв, например, в цепи «экономика – мораль, нравственность, образование, религия и т.д.» подсказывает, что содержание этого понятия значительно емче. Важен и тот факт, что, несмотря на встречающиеся в литературе утверждения о наличии специальной теории модернизации, в реальности ее не существует. Имеются многочисленные модернизационные концепции, которые действительно активно разрабатывались учеными стран Западной Европы и США, особенно в середине прошлого столетия.

Неприемлемые траектории экономического развития последних десятилетий заставили либеральных реформаторов заняться поиском новых спасительных ресурсов для прекращения затянувшейся стагнации отечественной экономики. Сетование на неблагоприятные внешние причины (волатильность цен на экспортное сырье, санкционная политика стран Запада, дефицит дешевых денег для инвестиций и др.) все чаще стало расцени-

ваться экспертным сообществом как стремление затушевать не менее важные внутренние причины стагнации (малоэффективная денежно-кредитная и инвестиционная политика, низкая производительность труда, слабость внутреннего спроса, некачественный менеджмент и т.д.).

Не случайно, одним из главных «спасительных» ресурсов вдруг стало пространство – географический «инструмент», традиционно недооценивавшийся (если не презиравшийся), считавшийся в целом пассивным фактором экономической деятельности, поскольку свободный рынок, дескать, сам в состоянии оценить истинную ценность места. «Вчерашние «гонители» региональной экономической политики, превратившиеся в наиболее рьяных адептов пространственной идеологии и возглавившие официальный «поворот к регионам», просто воспользовались хорошо освоенной неолиберальной методологией» [Пространственные трансформации ..., 2002; Минакир, 2016]. При этом игнорировался тот факт, что понятие «пространство» вмещает в себя значительно больше смыслов, чем привыкли вкладывать в него составители официальных документов.

Показателен тот факт, что «спасение» в пространстве увидели те младореформаторы, в распоряжении которых имелись более действенные, но мало практиковавшиеся или неиспользовавшиеся вообще рычаги активизации макродинамической ситуации в стране. Настаивая на концепции поляризованного развития России, они долгие годы продолжали реализовать чуждую интересам страны политику МВФ, созданного, как известно, по решению Бреттон-Вудской конференции в 1944 году для укрепления стабильности мировой (!) валютно-финансовой системы [Глазьев, 2015].

Цель статьи состояла в том, чтобы идентифицировать специфическую роль пространства в трансформационной модели национальной экономики в условиях объявленных коллективным Западом антироссийских санкций. На примере Восточного вектора российской политики показано, что подобная роль пространства как ресурса развития во многом ассоциируется с «отложенным» ростом экономической эффективности (подобно Транссибу) и способна в будущем принести стране очевидные дивиденды как в экономической, так и социальной сфере.

Поскольку в структурном отношении геопространство традиционно связывается с его таксономическими сегментами – регионами, представленная работа, на наш взгляд, соответствует тематическому позиционированию журнала.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования выступают, во-первых, феномен географического пространства – как совокупность отношений между географическими объектами в пределах географической оболочки, и, во-вторых, трансформационные модели российской экономики, отражающие (или, напротив, игнорирующие) пространственные детерминанты социально-экономического развития страны и укрепления национальной безопасности. Таким образом, поставленная задача носит дуалистический характер: анализу роли пространства в процессе модернизации отечественной экономики предшествует расширение представлений о многомерности самого феномена «модернизация».

Методологию работы составили ряд общетеоретических, общеметодологических, междисциплинарных подходов и научных методов исследования, таких как системный, эволюционный и структурно-функциональный подходы к трактовке геопространства; контекстный и институциональный анализ процесса модернизации, сравнительно-географический метод и др.

Теоретическая основа и информационная база исследования представлена трудами авторитетных отечественных и зарубежных ученых по общественной географии, региональной экономике, политологии и т.д., а также национальным документом «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года».



Результаты и их обсуждение

О полисемии категории «пространство».

Географы не столь самонадеянны, чтобы ставить под сомнение общенаучное толкование понятия «пространство» (как и понятия «время»), которое формируется в рамках философии. Однако обыденное и тем более прикладное понимание пространства имеет мало общего с философским содержанием этой категории. Иногда можно встретить упоминания не только о географическом или экономическом пространстве, но и социальном, биологическом, геологическом, геополитическом и многих других, в том числе достаточно «экзотических», видах пространства.

Естественно, в нашем контексте наибольший интерес представляет понятие «геопространство», хотя немаловажное значение имеют и другие виды пространства: экономическое, социальное, культурное, экологическое, геополитическое и т.д. Анализ мировой научной литературы показывает, что единое определение такой употребительной категории, как «экономическое пространство» фактически не сформировалось, (главным образом, из-за отсутствия единой концепции исследования экономического пространства как объекта экономики). Распространено представление о нем как организованной среде, возникающей в результате взаимодействия материальных субъектов на определенной территории или в рамках определенного региона. Известно также, что конкуренция субъектов за экономическое пространство порождает экономическую границу. Но, эти аксиоматические конструкции не служат инструментом эффективного экономического анализа.

В экономической географии это понятие, как одно из ключевых в региональной науке, сравнительно давно изучается в онтологическом и эпистемологическом плане, что в ряде случаев представляет собой попытки достаточно серьезного анализа вполне конкретной области знания, связанной с пространством [Tuan, 1977; Harvey, 2006; Replh, 2008; Шупер, 2011; Замятина, Пилясов, 2013; Смирнягин, 2016; Сухоруков, Гладкий, 2021; Diao, 2021; Seamon, 2023; и др.]. При этом экономический регион, будучи лишь частичным сегментом геопространства, нередко объемлет все содержание стратегии государственного развития, что, как правило, является малооправданным.

Одной из отличительных особенностей российского экономического пространства является множество разнокачественных ограничений, возникающих при реализации политики формирования крупных городских агломераций и периферических зон концентрированной вокруг них экономической деятельности. В подавляющем большинстве рыночно развитых стран изохроны 1–4-часовых поездок охватывают практически всю их территорию, в то время как в России создание известных мегапроектов по строительству магистральных скоростных автомобильных и железных дорог вряд ли можно ассоциировать с национальной пространственной стратегией. Есть основания полагать, что наличие таких мегапроектов в нашей стране не только не в состоянии гарантировать преодоление фрагментарности экономического и социального пространства, но еще более его усилит [Минакир, Демьяненко, 2014; Минакир, 2018].

Спектр возникающих ограничений дополняется и контрверзой, возникающей при реализации принципа формирования экономик субъектов Федерации как финансово-экономически самодостаточных субъектов национальной экономики, с одной стороны, и попытках конструирования некоего «поляризованного пространства», в котором отдельным субъектам «почетное» место вовсе не гарантируется, – с другой. Приведем в этой связи резкое, но не беспочвенное мнение П.А. Минакира: «В России городские агломерации пока играют роль «черных звезд», всасывая в себя население и ресурсы, формируя в своих пределах рынки, что приводит к все более сильному искривлению пространства» [Минакир, 2016]. Заметим: речь идет о нынешней ситуации, а не о той, которая еще более обострится в результате проведения политики гиперурбанизации.

Нет в литературе консенсуса и в отношении родственного понятия «пространственные ресурсы». Основными недостатками предлагаемых его интерпретаций являются:

- а) акцент лишь на парциальные полезные свойства пространства и игнорирование его значение, как условия существования всех объектов в природе;
- б) рассмотрение лишь площадных характеристик поверхности планеты и абстрагирование от пространственных контуров самих исследуемых объектов;
- в) абстрагирование от возможностей освоения новых источников пространственных ресурсов и т.д. [Умнов, 1996].

Поскольку ресурсы ассоциируются с запасами или источниками получения необходимых людям материальных или духовных благ, то уязвимым местом едва ли не каждой дефиниции «пространственные ресурсы» остается роль эмоционально-чувственной сферы человека, включая чувство его безопасности. Ясно, что геопространство включает не только природные феномены, но и разнообразные артефакты и ментифакты экономического, социального и даже геодуховного порядка.

Умнов В.А. полагает, что наиболее близкое к понятию пространственных ресурсов – земельные ресурсы, представляющие собой (согласно ГОСТ 17.51.05-80) используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей и отличающиеся по природно-историческим признакам (ресурсы пахотных земель, ресурсы всех сельскохозяйственных угодий, а также территориальные ресурсы). Однако степень близости – понятие относительное, и приданный акцент данного автора вряд может быть охотно воспринят научным сообществом, хотя бы потому, что он отмежевывается от геополитического, геоэкономического, акваториального, геологического и некоторых других смыслов.

Теоретические представления о роли пространства в экономическом и социальном развитии государств отражают мнения многих авторитетных авторов. Не следует забывать о том, что уже классические работы А. Смита и Д. Риккардо по политической экономии были «пропитаны» пространственным «духом», отражавшим взаимодействие национальных экономических систем, локализованных в пределах определенных территорий. Географам и экономистам (регионоведам) хорошо известна концепция А. Леша, исходящего из наличия упорядоченного пространства, представлявшего собой систему рыночных сетей, которые в свою очередь формировались благодаря главному городу как центральному узлу всей системы. Достоинством концепции А. Маршалла о пространственном развитии является учет экстерналиев – то есть выгод и издержек, образующихся в результате самоорганизации или целенаправленной организации существующего рыночного пространства [Маршалл, 1984].

Можно привести немало примеров других теоретических конструкций (В. Кристаллера, Т. Хагерстранда, Ф. Перру, Ж. Будвилля, М. Портера и др.), нацеленных на решение задач эффективного использования фактора пространства за счет концентрации экономической деятельности в пределах избранных территорий, используя при этом выгоды от использования экстерналиев и т.д. Но возможности прикладного использования этих и других теоретических конструкций ограничены рядом таких условий и взаимосвязей, как:

- тип экономической среды (конкурентный рынок, централизованное или псевдоцентрализованное планирование);
- тип конкуренции (совершенная конкуренция, несовершенная конкуренция, плановый арбитраж);
- характер географических пространств (плотное или разреженное пространство);
- степень сложности структуры экономической деятельности в пространстве;
- тип рыночных районов/зон (эволюционные или программные, экономические или административные);
- цели государственного регулирования [Минакир, 2018].



По этой причине разнообразие элементов инвестиционного потенциала любой территории свидетельствует о неприемлемости большинства известных теорий в качестве шаблонного алгоритма для социально-экономического развития.

В любом случае оценка пространства как ресурса развития не может замыкаться на расчетах экономического потенциала. Как отмечалось выше, пространство обладает определенной геополитической и геостратегической ценностью, экологической емкостью, степенью комфортности для жизнедеятельности населения и т.д. Экономика, являясь неизменно важной сферой человеческой деятельности, включающей процессы общественного производства, обмена, распределения и потребления материальных и духовных благ, не охватывает всего спектра возможностей использования пространства и управленческой деятельности государства.

Для иллюстрации этой мысли вполне репрезентативной может служить работа неизвестных Ф. Хилл и К. Гэдди «Сибирское проклятие: как коммунистическое планирование забросило Россию в холод» [Hill, Gaddy, 2003], в которой утверждается, что развитие России пошло бы лучшим путем, если бы ее развитие осуществлялось на основе рыночной, а не плановой экономики. Игнорируется, прежде всего, тот факт, что освоение холодной Сибири с конца XIX в. во многом диктовалось военными соображениями (военной формой индустриализации), а не только экономическими или социальными. Имел место типичный случай государственной оценки пространства с геополитической и геостратегической позиций, чего так не хватало западным авторам, исследовавшим и моделировавшим пространственные эффекты с экономической и частично – социальной точек зрения.

Возвращаясь к слишком «вольной» трактовке чиновниками понятия «пространство», еще раз подчеркнем: все процессы (в том числе ментального свойства, нелокализуемые макроэкономические параметры – темп инфляции, курс валюты, учетная ставка и пр.) происходят в пространстве. «Из этого следует, что какой-либо специфической цели функционирования и развития системы «пространство» не существует...» [Минакир, 2018]. Поэтому какой-то особой «спасительной функцией», без четкой обозначенной цели и указания конкретного ресурса развития, пространство не обладает (за исключением разве тех случаев, когда в результате форс-мажорных обстоятельств население нуждается в срочном переселении).

О многомерности модернизации.

Согласно оксфордскому словарю английского языка, модернизация (сам термин появился в английской печати в 1770 году) предполагает трансформацию (реформирование) той или иной системы с целью ее усовершенствования. То есть, она представляет собой производный феномен от реализации теоретических и стратегических замыслов (причем, не только в экономике).

Помня об уникальной полисемии понятия «модернизация», объемлющей разнокачественные проблемы, природы и общества, логично поддержать идею именно многомерности (многовариантности) определения термина «модернизация» с выделением, кроме экономических и социальных критериев, также географических, исторических, культурно-цивилизационных и других аспектов, часто остающихся вне сферы внимания экономистов. Но разработчики «моделей» модернизации все же чаще кладут в их основу экономические параметры, с которыми ассоциируются все известные теории («стадий экономического роста» У. Ростоу, концепции «зависимого развития» от индустриально развитых стран и теории империализма, идеи Г. Мюрдаля, «полюсов роста» Ф. Перру и Ж. Будвилля, опоры на собственные силы (*self-reliance*) и многие другие).

Хотя отечественным моделям модернизации в постперестроечные годы была присуща многовекторность, в качестве базисного вектора, естественно, выбиралась экономика. (Стоит отметить, что разработка некоторых моделей экономики в период кризиса ве-

лась коллективом из Вычислительного Центра РАН по заказу Центрального банка, деятельность которого подвергалась и подвергается небезосновательной критике).

В книге И.Е. Дискина «Кризис... И всё же модернизация!» [2009], помимо одной из самых злободневных проблем – перехода к модернизации России в условиях острого кризиса и выявления специфики отечественной версии модернизации, приводится множество теорий социально-экономического развития, сильно различающихся как дисциплинарным подходом, так и предметным фокусом. Автор справедливо сравнивает любую теорию модернизации (в т.ч. теории отставания и догоняющего развития) с линейной моделью, фиксирующей уровень «отставания» конкретной страны. В свою очередь отставание в большинстве случаев им ассоциируется с традиционным аграрным обществом, неграмотностью, традиционными ценностями и ожиданиями населения, слабым уровнем разделения труда, недостатком коммуникаций и инфраструктуры и т.д.

В рамках наиболее распространенных «дуалистических» теорий, предполагающих расщепление экономических и социальных структур на «модернизованный» сектор (эквивалент рыночно развитых стран) и «традиционный» (потребительское сельское хозяйство, ремесленничество и т.д.), упомянутым автором рассматривается постепенное «растворение» традиционного сектора в ходе концентрации и развития модернизованного сектора. Авторы так называемых «стратегических теорий» по Дискину исходят из того, что неразвитость – это следствие низкого уровня производительности труда из-за дефицита капитала, что является результатом недостаточных сбережений населения по причине опять-таки низких доходов. Здесь налицо замкнутый круг.

Проследим ход мыслей другого автора – известного интерпретатора модернизации России А.Г. Вишневого (бывшего директора Института демографии ГУ ВШЭ), с одной стороны, не лишенных глубоких обобщений, с другой – тяготеющих к «пристани» либеральных идей 1990-х годов. Нет причин возражать против того, что феномен модернизации способен порождать многие «ловушки» (как следствие догоняющего развития) и приводить, в частности, к разбалансировке и даже торможению модернизационного процесса в случае асинхронности модернизационных изменений в обществе. Пожалуй, справедливо мнение также о том, что нынешняя Россия действительно может оказаться в «ловушке» догоняющей и селективной модернизации из-за «рассогласования обновляемого и консервированного сегментов, по его выражению, единого «социального тела». Однако некоторые акценты, расставляемые Вишневым, все же требуют уточнения [Вишневский, 2010]. Он полагает, что, из-за отсутствия «институциональной и культурно-психологической среды» западного образца, стране пришлось опираться на архаичные социальные формы и «ветхого человека». По его мнению, лишь в странах западной культуры модернизация оказалась правильной, «сбалансированной», «эндогенной», без единого упоминания о роли разного рода санкций, рестрикций, эмбарго и прочих табу в отношениях с Россией. Конечно, модернизация как масштабное и всеохватывающее преобразование всех сторон общества – порождение западноевропейской цивилизации. Она неотделима от рационалистической культуры «модернити», порожденной эпохой Ренессанса. И в этом смысле модернизационные процессы в России не «вырастали» из глубин народной жизни, оказывались подчас спонтанными, «экзогенными» [Красильщиков, 1996].

Вполне уместен и такой вопрос: в какой степени оказались «разбалансированными» модернизационные процессы в КНР, странах Персидского залива и других государствах, никогда слепо не заимствовавших образцы стран западной культуры? И как бы интерпретатор модернизации собственной страны прокомментировал радикальный подход бывшего премьера Малайзии, как-то заявившего, что «азиатские страны могут и должны проводить модернизацию без принятия всех или хотя бы части ценностей европейской цивилизации» [Дунаева, 2003].

Свою лепту в «углубление» представлений о путях модернизации нашей страны внес Г.А. Явлинский, (соавтор программы для России «500 дней», о чем откровенно



поведал ее подлинный автор – Сорос [1999]). Не блещущие «гениальностью» его рецепты выхода страны из кризиса, изложенные, в частности, в статье «Демодернизация России» [Явлинский, 2002] представляли собой сумму набивших оскомину либеральных штампов, как то: «демодернизация» страны и «деградация общества»; «формирование полицейского государства»; «обеспечение президентом либеральных свобод»; «формирование правительства, не связанного с корпоративными кланами» и т.п. Ну и, конечно же, неотъемлемым ингредиентом политики модернизации в России, по Явлинскому, должна быть соответствующая реакция общества, предстающего в данном случае не как пассивная и аморфная масса, а как гражданское общество.

Можно анализировать многие другие варианты модернизации России [Манченко, 2000; Дунаева, 2003; Рашковский, 2003; и др.], предлагавшиеся как маститыми экономистами и политологами, так и представителями либеральной интеллигенции, изобретающими подчас фатальные вердикты ее неизбежного «краха». Один из наиболее даровитых российских аналитиков – В. Иноземцев, в своем знаковом труде «Несовременная страна. Россия в мире XXI века» [Иноземцев, 2018], полагает, что несовременность России носит настолько фундаментальный характер, что нужны исторические потрясения или системные изменения, которые способны сменить тренд, который был задан ...со времен татаро-монгольского нашествия.

Рецепт ясен и прост. Продвигая тривиальную истину о том, что «продавать газ и нефть, а в обмен получать, начиная от медикаментов и заканчивая высокими технологиями, стратегия опасная», Иноземцев также умалчивает о яростной многовековой борьбе (не только экономической) коллективного Запада против «несовременной» страны, будто эта истина ему вовсе не известна, как неизвестен факт, например, о наличии немецкого, английского, французского, итальянского и турецкого кладбищ в одном лишь Севастополе. Кстати, не нужно быть ясновидцем, чтобы признать Россию несовременной страной. Она, действительно, отличается от многих стран с развитой рыночной экономикой. Но Иноземцеву не стоило уклоняться от вразумительного философского обоснования придуманного им статуса России и не забывать поинтересоваться на этот счет общественным мнением просвещенных россиян. Такому носителю духовных ценностей, каким он является, вряд ли стоит напоминать, что цивилизованный античный мир Греции и Рима рухнул не в последнюю очередь из-за падения нравственных устоев и морали, а также прозрения О. Шпенглера о будущем Европы или замечание М. Хайдеггера о том, что лишь в XX веке «европейское Новое время впервые начинает разворачиваться на всем земном шаре и одновременно завершаться...» [Хайдеггер, 2010]. Или для него мнения этих авторитетных философов – лишь «магическая пыль» культурно-цивилизационной динамики?

Итак, памятуя об уникальной полисемии науки, объемлющей разнокачественные проблемы природы и общества, логично поддержать идею именно многомерности (многовариантности) определения термина «модернизация» с выделением, кроме социально-экономических, также исторических, географических, культурно-цивилизационных и других аспектов модернизации, обычно остающихся вне сферы внимания исследователей [Дунаева, 2003]. Речь идет о всеобъемлющем, исторически растянутом процессе, включающем в себя большую совокупность подпроцессов, охватывающих различные сферы жизни общества, изменения в которых связаны между собой и коррелируют друг друга [Модернизация: зарубежный опыт ..., 1994]. Кстати, ипостасей общественной жизни еще больше упомянутых, если учесть экологическую, идеологическую, геополитическую, демографическую и *пространственную*, представляющую в данном случае особый интерес и отражающую хотя и базовый, но все-таки парциальный вектор географического исследования.

Пространство – инструмент модернизации или ее имитации?

Известно, что цели, заложенные в декларациях, имеющих правительственный ста-

тус, редко бывают неприемлемыми – ведь «дьявол» таится в методах целеполагания и оценки самого результата. Реальный экономический и социальный вес таких документов обычно определяется качеством их идеологии, гипотезами, за мерами результативности без использования методологически «грязных» инструментов. В данном случае речь идет о «Стратегии пространственного развития Российской Федерации до 2025 года» [2024].

Этот документ, имеющий стратегический характер для страны и готовившийся по заказу Министерства экономического развития, вызвал горячее недоумение в экспертном сообществе (хотя в ряде источников он удостаивался безоговорочного одобрения). Отмечалось, что он готовился практически кулуарно, без надлежащей экспертизы, без приглашения наиболее авторитетных представителей региональной науки. Серьезные недостатки документа, которому приписывалась «судьбоносная» роль, были озвучены, главным образом, экспертами экономических институтов, а также непрофильных учреждений с участием специалистов.

Зримые «огрехи» проекта еще были отмечены экспертами круглого стола, состоявшегося в Общественной палате в 2018 году. По мнению многих участников в документе туманно были очерчены приоритеты, цели и задачи регионального развития, контуры будущей системы расселения и т.д. По мнению аудитора Счетной палаты РФ Ю. Росляка: «Беда документа состоит в том, что нормального стратегического планирования еще не создано. Это декларация о намерениях без каких-либо реальных подсчетов и цифр, без определения цели прорывного развития. Этот документ обсуждается с марта, но по существу он не меняется». Подобный вердикт документу вынес и научный руководитель Института водных проблем РАН, академик В. Данилов-Данильян: «Представленную стратегию нужно переработать радикально». Но этого, естественно, не произошло. Итоги обсуждения подвел глава Общественной палаты В. Фадеев: «У нас состоялось чрезвычайно содержательное обсуждение, которое показало, что, кажется, у нас сегодня нет проекта Стратегии пространственного развития» [Общественная палата..., 2018].

В докладе Общественной палаты содержалась мысль, что развитие страны возможно только через развитие провинции. Между тем, авторы Стратегии фактически абстрагировались от анализа этой проблемы, будто жители сельской местности уже «завтра» переселятся в мегалополисы. Эксперты ОП отмечали, что по состоянию на 2018 год 32 % сел не имели газового снабжения, 28 % – водоснабжения, 29 % испытывали проблемы с вывозом мусора, а 11 % – даже с электроснабжением. Кроме того, 49 % сел не имели центров дополнительного образования детей, 48 % – спортплощадок, 40 % – интернета, не говоря уже об извечной проблеме канализации.

Глубокая и беспристрастная оценка Стратегии была дана также П.А. Минакиром в его работах: «Национальная стратегия пространственного развития: добросовестные заблуждения или намеренные упрощения?» [Минакир, 2016], «Стратегия пространственного развития» в интерьере концепций пространственной организации экономики» [Минакир, 2018] и др. Им были поставлены относительно простые, но принципиальные вопросы: является ли представленный проект действительно стратегией? что подразумевается в этом проекте под пространственным развитием? как соотносится этот проект с каноническими концепциями пространственного развития?

Авторитетный критик резонно полагал, что перечень намерений, изложенных в документе (развивать человеческий капитал, ускорять темпы роста, обеспечивать безопасность и др.), не вполне ассоциируется с совокупностью решений и действий, направленных на достижение некой цели. А коль намерения являются «столь правильными, сколь и абстрактными», то использование самого термина «стратегия» в данном случае, действительно, сомнительно. Особенно впечатляет радикальная мысль критика, в которой речь идет о функциональной роли слова «пространственное», которое, по его мнению, может «вообще быть исключено» из названия Стратегии, поскольку декларируемые намерения авторов вообще не требуют его использования (!).



Сторонники официально утвержденного правительством Документа утверждают, что он отражает сразу несколько моделей развития страны, в том числе – поляризованную и выравнивающую. Касательно поляризованной спору нет – ее апологеты среди «младореформаторов» давно пропагандируют идеи французских ученых Ф. Перру и Ф. Будвилля [Перру, 2007], разработывавших концепции полюсов и центров роста. Но в России крупнейшие агломерации, действительно, слабо генерируют «стимулы развития на периферии» [Минакир, Демьяненко, 2014]. К тому же, переток населения в агломерации вполне может обернуться «великим переселением евразийских народов» с постепенной утратой их этнокультурной идентичности. Такая перспектива вряд ли будет приветствоваться этническим социумом.

Что же касается «выравнивающей» модели развития, которую якобы отражает Стратегия, то ее позитивные функции вызывают большие сомнения и, по мнению многих экспертов, как раз обратно пропорциональны поляризованной модели. Создается впечатление, что упоминание о «выравнивающей модели» делалось в качестве опережающего ответа на критику именно едва ли не самого уязвимого места Стратегии.

Жизнеспособная стратегия пространственного развития страны, резюмирует Минакир, «должна опираться не на одни только экономические стратегии. В противном случае, национальная стратегия неизбежно превратится в сводку региональных разверток отраслевых проектировок, что вполне соответствует содержанию советского территориального планирования. С теоретической точки зрения это означает признание субъектов РФ не пространственными квантами общественной системы, но «региональными корпорациями» [Минакир, 2016].

Итак, серьезная критика Стратегии пространственного развития Российской Федерации до 2025 года возникла не на пустом месте. Документ, действительно не мог являться идеологическим каркасом национальной региональной политики, особенно когда «окна-девелоперы» в Европу фактически оказались «захлопнутыми» на неопределенное время.

Другой важный вывод состоит в том, что экспертное общество страны, прежде всего представители региональной науки, несомненно, обязаны умножить усилия в помощи государственным органам в выработке более сбалансированной стратегии пространственного развития, которая преследовала бы цель синхронизации центробежных и центростремительных эффектов социально-экономического развития с учетом федеративного устройства страны, культурно-этнического и конфессионального состава населения, интересов национальной безопасности и т.д.

Пространство в контексте азиатских приоритетов России.

Многообещающая роль пространства как универсальной, топографически жестко «непривязанной» категории, в многомерной трансформационной модели российской экономики наглядно иллюстрируется стратегией «поворота России на Восток» – одной из самых популярных тем в российском политическом и медийном дискурсе последних лет [Концепция приграничного, 2001; Муратшина, 2017; Воронин, 2022; Караганов, 2024; и др.].

Как известно, экзистенциальная идея необходимости такого сдвига на Восток у России возникала и в прошлые эпохи, но лишь нынешний санкционный «блицкриг» Запада и сложившаяся геостратегическая ситуация настоятельно потребовала вспомнить о восточных корнях нашего государства через опережающее социально-экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Эти обширные пространства (прежде всего, Зауралье, юг Средней Сибири и Приморье) служат в данном случае естественным природным капиталом, использование которого уже положено в основу стратегии реализации Восточного поворота [Боровикова, 2023; Караганов, 2024; и др.]. Уместно напомнить, что еще в 2012 году Президент РФ В.В. Путин в своей программной статье писал о «шансе поймать

китайский ветер в паруса российской экономики» [2012], а ведущие эксперты Валдайского клуба тогда же в своем докладе «К Великому океану» призвали переориентировать российскую внешнюю политику и экономику на страны Тихоокеанского региона.

Кстати, дискуссия о переносе центра американской геополитики и геоэкономики из Атлантики в этот же регион давно ведется и в Старом Свете. В случае реализации политики такого разворота, усилия РФ по ускоренному развитию Дальнего Востока гипотетически могут осложниться, так как Китай заинтересован в емком американском рынке. Вместе с тем, богатые природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока, сравнительно низкие транспортные издержки и успешное развитие интегративных российско-китайских институтов позволяют прогнозировать плодотворное течение процессов наметившегося партнерства. Кроме того, глубокая перестройка транспортных потоков и логических цепочек затрагивает сегодня и другие страны Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии.

Естественно, что проблема межгосударственного торгово-инвестиционного сотрудничества и активизации экономической деятельности региона ассоциируется прежде всего с Китаем, на что фокусируют внимание многие как российские [Александрова, 2020; Гемуева, 2021; Суслов, 2022; Бакланов, Ларин, 2023; Бризицкая, 2023; и др.], так и китайские исследователи [Чжао, Гордячкова, 2021; Diao, 2021; Фу, 2022; Цзоу, 2022]. Мониторинг отечественной экономики показывает, что по итогам 2023 года доля КНР в российской торговле достигла почти 1/3 ее объема (рис.). По данным главного таможенного управления РФ, торговый оборот двух стран за год увеличился на 26,3 %, достигнув рекордного показателя – 240,11 млрд долл. За 2023 год экспорт из Китая в Россию увеличился на 46,9 % и превысил 110 млрд долл. Российский экспорт в Китай по сравнению с 2022 годом вырос на 12,7 %, достигнув 129,13 млрд долл. [Товарооборот России и Китая ..., 2023]. К сожалению, РФ для КНР остается гораздо менее значимым торговым партнером – ее доля в товарообороте восточного соседа составляет лишь около 4 %.



Ежемесячные объемы поставок китайских товаров в РФ [Боровикова, 2023]
Monthly volumes of Chinese goods supplies to the Russian Federation [Borovikova, 2023]



Главные направления инвестиционной деятельности Китая на Дальнем Востоке общеизвестны: деревообрабатывающая промышленность, добыча металлических руд и нерудных полезных ископаемых, производство стройматериалов, сельское хозяйство, участие в развитии нефтегазохимической индустрии. Нетрудно видеть, что перевес китайских инвестиций наблюдается в сторону проектов сырьевой направленности, что далеко не всегда совпадает с интересами РФ [Луконин, 2023; Луконин, Чже, 2023]. В этой связи эксперты часто сетуют на отсутствие желания великого соседа инвестировать средства в развитие электроники и телекоммуникационного оборудования в РФ, не замечая того факта, что на его долю приходится, например, всего 4 % мирового производства микросхем, где лидерами рынка остаются США – 54 %; Южная Корея – 22 %, Тайвань и Япония – по 6 % [Боровикова, 2023]. В этой связи технологические компании КНР исходят из того, что потеря чипов из США в нынешних условиях окажется для них реальной катастрофой [Китай отказывается..., 2022].

Не углубляясь в состояние подобного сотрудничества (его детальный анализ не обделен вниманием авторов), сконцентрируем внимание на пространственном аспекте трансграничных межрегиональных связей. Важно учитывать, что оно становится не только частью традиционных взаимных межгосударственных связей, но элементом эффективного развития приграничных территорий, в чем РФ особенно заинтересована [Relph, 2008; Торкунов и др., 2020; Diao, 2021; Kashin, Yankova, 2021; Воронин, 2022].

Наряду с общностью геостратегических интересов двух стран, именно географическая близость территорий (и, соответственно, минимальность транспортных издержек) способна в перспективе «перевесить» многие сохраняющиеся негативные факторы, к которым относятся остающаяся неразвитость транспортно-логистической инфраструктуры Дальнего Востока, отсутствие емкого рынка, излишняя зарегулированность экономической деятельности в области лицензирования и работы таможенных служб обеих стран и др. Китайские авторы полагают, что фундаментальным препятствием для развития пограничного сотрудничества служит несовершенство нормативно-правовой базы, особенно с российской стороны [Понкратова, 2019].

Кроме ключевого фактора расстояний, оптимизации транспортных издержек и повышению конкурентоспособности экономических субъектов в трансграничном пространстве могут способствовать вариативность различных видов транспорта (автомобильного, железнодорожного, морского, трубопроводного и др.), выбор маршрутов транспортировки, консолидация малогабаритных грузов в один большой груз, экономия затрат на топливо, обслуживание подвижного состава и оплату водителей, сооружение складских помещений и т.д.

В качестве своеобразного «барометра» локального трансграничного сотрудничества двух стран служит сотрудничество дальневосточных субъектов РФ с провинцией Хейлунцзян, не только обладающей относительно совершенной транспортно-логистической системой, но и являющейся одной из баз тяжелой индустрии КНР. Именно она лидирует среди всех провинций во взаимной торговле двух стран, что во многом объясняется колоссальной протяженностью общей границы (2981 км) и обилием пограничных переходов [Кондратюк, 2016]. Здесь имеется прямая железнодорожная и автомобильная связь с российскими портами Владивосток и Ванино и, соответственно, выход в Японское море и Тихий океан. Еще в 2016 году именно провинция Хейлунцзян, в качестве «осевого» пространства, была включена в национальное строительство экономического коридора «Россия – Монголия – Китай». И хотя провинция (с населением около 40 млн чел.) не относится к числу «локомотивов» китайской экономики, она располагает колоссальными возможностями для привлечения инвестиций в экономику соседних Приморского, Хабаровского и Забайкальского краев, Амурской области и Еврейской АО, тем более, что ВРП провинции в несколько раз превышает консолидированный ВРП упомянутых субъектов РФ.

Заключение

Реализацию многомерной трансформационной модели экономики нашей страны с максимальным учетом социальных и геополитических целей в нынешних условиях трудно представить без опоры на региональные программы инновационного развития госкомпаний (такие как Газпром и другие компании энергетического сектора, РАО РЖД, оборонно-промышленного комплекса и др.) и фирмы, ориентированные на развитие государственно-частного партнерства.

В контексте азиатских приоритетов России этот вывод относится прежде всего к Дальнему Востоку, где в сегодняшних реалиях существует слишком много проблем, сдерживающих как российских, так и китайских частных инвесторов от заключения соглашений с государством. Имеются прежде всего в виду малоосвоенность и слабая заселенность территории и неразвитость институциональной среды и т.д. Очень важная деталь обусловлена тем, что многие, значимые для государства объекты ассоциируются с их социальными функциями, фактически не подразумевающими получение прибыли.

К сожалению, значительных географических преференций пока не достигла ни одна из сторон. Китайскую сторону беспокоит, в частности, то обстоятельство, что основными товарами, экспортируемыми из провинции Хейлуцзян в Россию, являются товары с низкой добавленной стоимостью – одежда, текстиль и различные товары легкой промышленности, при этом более 85 % их производится на предприятиях, локализованных в других провинциях. Естественно, что малонаселенность дальневосточных субъектов РФ лимитирует емкость местного рынка, а доставка в европейские регионы ограничивается транспортными издержками и конкурентностью производителей.

Неудовлетворенность российской стороны степенью использования географических преференций объясняется прежде всего низкими масштабами китайских инвестиций, что также во многом связано с тем, что экспортируемые через упомянутые субъекты ресурсы и продукты являются объектами транзитной торговли. Конечно, роль инвестиций Поднебесной не только в регионы Дальнего Востока, но и в Россию в целом до последних лет остается сравнительно скромной, в том числе из-за учета китайскими компаниями санкционных и геополитических рисков. Но эта проблема многоаспектна, требующая более глубокого анализа.

Естественно, внешнеэкономическая переориентация РФ на страны Азии (после безуспешной интеграции в евроатлантическую систему) не ограничивается нашим главным партнером Китаем и нацелена на многие азиатские страны (Индию, Иран и т.д.). В каждом конкретном случае оценка роли пространства (суши и акваторий) в модернизации страны будет базироваться на тщательной сбалансированности экономических эффектов с геополитическими и геоэкономическими интересами федеративного государства.

Список источников

- Вишневский А.Г. 2010. Ловушки консервативной модернизации. Электронный ресурс. URL: <https://polit.ru/articles/nauka/lovushki-konservativnoy-modernizatsii-2010-05-20/> (дата обращения 15.03.2024).
- Караганов С.А. 2024. Сибиризация: Второй поворот России на Восток лежит за «Камнем». Российская газета. Федеральный выпуск, 25(9267). Электронный ресурс. URL: <https://rg.ru/2024/02/05/reg-sibfo/sibirizaciia.html> (дата обращения 15.03.2024).
- Китай отказывается от поставок технологий в Россию. 2022. Электронный ресурс. URL: https://kapital-rus.ru/articles/article/kitai_otkazyvaetsya_ot_postavok_tehnologii_v_rossiu/ (дата обращения 15.03.2024).
- Концепция приграничного сотрудничества в Российской Федерации: Распоряжение Правительства Российской Федерации № 196-р от 09.02.2001 г. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_30364/
- Модернизация: зарубежный опыт и Россия. 1994. М., Информат, 115 с.



- Общественная палата раскритиковала стратегию пространственного развития РФ. 2018.: Электронный ресурс. URL :<https://finance.rambler.ru/other/40669085-obschestvennaya-palata-raskritikovala-strategiyu-prostranstvennogo-razvitiya-rf/> (дата обращения 15.03.2024).
- Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. Электронный ресурс. URL: http://www.akkor.ru/sites/default/files/spr_1.pdf (дата обращения 15.03.2024).
- Товарооборот России и Китая в 2023 году побил рекорд. Электронный ресурс. URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/65a0d3e09a79477823d74f7d> (дата обращения 15.03.2024).
- Явлинский Г.А. 2002. Демодернизация. Современная Россия. М., ЭПИцентр, 29 с.

Список литературы

- Александрова М.В. 2020. Российско-китайское межрегиональное сотрудничество. В кн.: Россия-Китай: шансы и вызовы отношений «Новой эпохи». Владивосток, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Дальнего Востока Российской академии наук: 200–219.
- Бакланов П.Я., Ларин В.Л. 2023. Дальневосточные районы РФ в современном российско-китайском взаимодействии. *Мировая экономика и международные отношения*, 67(6): 5–16. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2023-67-6-5-16>.
- Боровикова К. 2023. Доля РФ в торговле Китая. *Коммерсант*, 241: 2.
- Бризицкая А.В. 2023. Инвестиционное сотрудничество России и Китая: проблемы и развития. *Российский внешнеэкономический вестник*, 1: 108–119. <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2023-1-108-119>.
- Воронин В.А. 2022. Анализ результатов деятельности межправительственной российско-китайской комиссии по инвестиционному сотрудничеству. В кн.: Глобальные социальные процессы: социальное управление и экономическое развитие в цифровом обществе. Сборник статей, Санкт-Петербург, 17 декабря 2021 года. Санкт-Петербург, Центр научно-информационных технологий "Астерион": 39–54.
- Гемуева К.А. 2021. Торгово-экономические отношения России и Китая: потенциал для качественного сдвига. В кн.: Россия и Китай: история и перспективы сотрудничества. Материалы XI международной научно-практической конференции, Благовещенск, 11–12 мая 2021. Благовещенск, Благовещенский государственный педагогический университет: 232–238. <https://doi.org/10.48344/BSPU.2021.63.50.016>.
- Глазьев С.Ю. 2015. О несостоятельности проводимой ЦБ РФ монетаристской политики. *Научные труды вольного экономического общества России*, 191(2): 34–39.
- Дискин И.Е. 2009. Кризис... И все же модернизация. М., Европа, 342 с.
- Дунаева Ю.В. 2003. Модернизация в России: основные теоретические подходы. *Политическая наука*, 2: 188–209.
- Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н. 2013. Россия, которую мы обрели: исследуя пространство на микроуровне. М., Новый хронограф, 548 с.
- Иноземцев В. 2018. Несовременная страна. Россия в мире XXI века. М., Альпина-Паблицер, 406 с.
- Кондратюк К.В. 2016. Инвестиции Китая на Дальний Восток России: проблемы привлечения и основные направления. *Молодой ученый*, 26(130): 321–324.
- Красильщиков В.А. 1996. Зависимость и отсталость в развитии России. *Мир России*. №4.
- Луконин С.А. 2023. Российско-китайские отношения: асимметричное партнёрство? *Вестник МГИМО-университета*, 16(2): 65–86. <https://doi.org/10.24833/2071-8160-2023-2-89-65-86>.
- Луконин С.А., Чже С. 2023. Новая нормальность в АТР: Пекин между Москвой и Вашингтоном. *Analyses & Alternatives*, 7(1): 229–258. <https://doi.org/10.22931/aanda.2023.7.1.008>
- Манченко А.П. 2000. Социальная модернизация в современной России. М., Изд-во НОУ, 215 с.
- Маршалл А. 1984. Принципы политической экономии. Т. II. М., Прогресс, 311 с.
- Минакир П.А. 2001. Системные трансформации в экономике. Владивосток, Дальнаука, 536 с.
- Минакир П.А., Демьяненко А.Н. 2014. Очерки по пространственной экономике. Хабаровск, Институт экономических исследований Дальневосточного отделения РАН, 272 с.
- Минакир П.А. 2016. Национальная стратегия пространственного развития: добросовестные заблуждения или намеренные упрощения? *Пространственная экономика*, 3: 7–15. <https://doi.org/10.14530/se.2016.3.007-015>

- Минакир П.А. 2018. «Стратегия пространственного развития» в интерьере концепций пространственной организации экономики. *Пространственная экономика*, 4: 8–20. <https://doi.org/10.14530/se.2018.4.008-020>
- Муратшина К.Г. 2017. Программа сотрудничества регионов Дальнего Востока и Восточной Сибири РФ и Северо-Востока КНР на 2009–2018 гг. в российско-китайском трансграничном взаимодействии: значение эволюция, риски. *Вестник Томского государственного университета*, 417: 110–120. <https://doi.org/10.17223/15617793/417/16>
- Перру Ф. 2007. Экономическое пространство: теория и приложения. *Пространственная экономика*, 2: 77–93.
- Понкратова Л.А. 2019. 30 лет трансграничного сотрудничества России и Китая: итоги и новые тренды. В кн.: *Проблемы торгово-экономического сотрудничества российского Дальнего Востока и Северо-Востока Китая*. Кн. 2. М., ИДВ РАН: 146–167.
- Пространственные трансформации в российской экономике. 2002. М., Институт экономических исследований Дальневосточного отделения РАН, 424 с.
- Путин В.В. 2012. Россия и меняющийся мир. Государственная служба. *Вестник координационного совета по кадровым вопросам, государственным наградам и государственной службе при полномочном представителе президента Российской Федерации в северо-западном федеральном округе*, 1: 99–117.
- Рашковский Е.Б. 1993. Опыт тоталитарной модернизации России (1917–1991) в свете социологии знания. *Мировая экономика и международные отношения*, 7: 105–119. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-1993-7-105-118>
- Смирнягин Л.В. 2016. Судьба географического пространства в социальных науках. *Известия Российской Академии Наук. Серия Географическая*, 4: 7–19. <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2016-4-7-19>
- Сорос Д. 1999. Кризис мирового капитализма. Открытое общество в опасности. М., ИНФРА: 262 с.
- Сулов Д.В. 2022. Российско-китайская торговля и совместные проекты на Дальнем Востоке России. *Регионалистика*, 9(2): 63–80. <https://doi.org/10.14530/reg.2022.2.63>
- Сухоруков В.Д., Гладкий Ю.Н. 2021. К вопросу о научной экспликации географического пространства. *Региональные геосистемы*, 45(2): 133–143. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2021-45-2-133-143>
- Торкунов А.В., Стрельцов Д.В., Колдунова Е.В. 2020. Российский поворот на Восток: достижения, проблемы и перспективы. *Полис. Политические исследования*, 5: 8–21. <https://doi.org/10.17976/jpps/2020.05.02>
- Умнов В.А. 1996. Пространственные ресурсы, их значение и оценка. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, 5: 98–102.
- Фридмен М. 1998. Если бы деньги заговорили. М., Дело: 160 с.
- Фу Ю. 2022. Исследование эффективности совместных инвестиций между Китаем и Россией в контексте изменений в международном промышленном ландшафте. *Российский экономический вестник*, 5(4): 119–126.
- Цзоу Ц. 2022. Перспективные направления российско-китайского экономического сотрудничества на современном этапе. *Вестник Института экономики Российской академии наук*, 4: 156–165. https://doi.org/10.52180/2073-6487_2022_4_156_165
- Чжао Ч., Гордячкова О.В. 2021. Прямые инвестиции Китая в экономику Дальнего Востока России. *Российско-китайские исследования*, 5(2): 101–109. [https://doi.org/10.17150/2587-7445.2021.5\(2\).101-109](https://doi.org/10.17150/2587-7445.2021.5(2).101-109)
- Хайдеггер М. 2010. Что зовётся мышлением? М., Академический Проект, 351 с.
- Шупер В.А. 2011. Развитие теоретических представлений в области пространственного анализа. *Известия Российской академии наук. Серия Географическая*, 3: 7–16.
- Diao X. 2021. Economic Cooperation of the Northeast China and the Far East of Russia Under New Conditions Status, Capacity, and Supply. *Journal of regional and international competitiveness*, 5(4): 44–49. https://doi.org/10.52957/27821927_2021_4_44
- Harvey D. 2006. *Spaces of Global Capitalism: Towards a Theory of Uneven Geographical Development*. London, Publ. Verso, 154 p.
- Hill F., Gaddy C. 2003. *The Siberian Course: How Communist Planners Left Russia Out in the Cold*. New York, Brookings Institution Press, 240 p. <https://doi.org/10.2747/1538-7216.45.6.465>



- Kashin V., Yankova A. 2021. Cooperation Between Russia and China: Overcoming Deep Obstacles. Higher School of Economic Paper. Electronic journal, 42/IR/2021: 1–26.
- Ralph E. 2008. An Inquiry into the Relations between Phenomenology and Geography. Canadian Geographer, 14(3): 193–201. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1970.tb01567.x>
- Seamon D.A. 2023. Phenomenological Perspectives on Place, Lifeworlds, and Lived Emplacement. The selected Writings of David Seamon. Routledge, 294 p. <https://doi.org/10.4324/9781003328223>
- Tuan Yi-Fu. 1977. Space and Place: The Perspective of Experience. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN, 58 p.

References

- Alexandrova M.V. 2020. Rossiysko-kitayskoye mezhregionalnoye sotrudnichestvo [Russian-Chinese Interregional Cooperation]. In: Rossiya-Kitay: shansy i vyzovy otnosheniy «Novoy epokhi» [Russia-China: Chances and Challenges of Relations of the "New Era"]. Vladivostok, Publ. Federalnoye gosudarstvennoye byudzhethnoye uchrezhdeniye nauki Institut Dalnego Vostoka Rossiyskoy akademii nauk: 200–219.
- Baklanov P.Ya., Larin V.L. 2023. The Far Eastern Regions of the Russian Federation in Modern Russian-Chinese Cooperation. The world economy and international relations, 67(6): 5–16 (in Russian). <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2023-67-6-5-16>.
- Borovikova K. 2023. Dolya RF v trgovle Kitaya [The Share of the Russian Federation in China's Trade]. Kommersant, 241: 2.
- Brizitskaya A.V. 2023. The Investment Cooperation Between Russia and China: Problems and Directions of Development. Russian Foreign Economic Journal, 1: 108–119 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2023-1-108-119>.
- Voronin V.A. 2022. Analiz rezultatov deyatel'nosti mezhpravitel'stvennoy rossiysko-kitayskoy komissii po investitsionnomu sotrudnichestvu [Analysis of the Results of the Activities of the Intergovernmental Russian-Chinese Commission on Investment Cooperation]. In: Globalnyye sotsialnyye protsessy: sotsialnoye upravleniye i ekonomicheskoye razvitiye v tsifrovom obshchestve [Global Social Processes: Social Management and Economic Development in the Digital Society]. Collection of articles, St. Petersburg, 17 December 2021. St. Petersburg, Publ. Tsentri nauchno-informatsionnykh tekhnologiy "Asterion": 39–54.
- Gemueva K.A. 2021. Trade and economic relations between Russia and China: potential for a qualitative shift. In: Russia and China: the history and prospects of cooperation. Materials of the XI international scientific and practical conference, Blagoveshchensk, 11–12 May 2021. Blagoveshchensk, Publ. Blagoveshchenskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet: 232–238 (in Russian). <https://doi.org/10.48344/BSPU.2021.63.50.016>
- Glazhev S.Yu. 2015. On an Inconsistency of the Central Bank of the Russian Federation "Monetarism" Policy. Scientific works of the Free Economic Society of Russia, 191(2): 34–39 (in Russian).
- Diskin I.E. 2009. Krizis... I vse zhe modernizatsiya [Crisis... And Yet Modernization]. Moscow, Publ. Europe, 342 p.
- Dunaeva Yu.V. 2003. Modernizatsiya v Rossii: osnovnyye teoreticheskiye podkhody [Modernization in Russia: Basic Theoretical Approaches]. Politicheskaya nauka, 2: 188–209.
- Zamyatina N.Yu., Pilyasov A.N. 2013. Rossiya, kotoruyu my obreli: issleduya prostranstvo na mikrourovne [The Russia We have Found: Exploring the Space at the Micro Level]. Moscow, Publ. Novyy khronograf, 548 p.
- Inozemtsev V. 2018. Nesovremennaya strana. Rossiya v mire XXI veka [It's Not a Modern Country. Russia in the World of the XXI Century]. Moscow, Publ. Alpina-Publisher, 406 p.
- Kondratyuk K.V. 2016. Investitsii Kitaya na Dalniy Vostok Rossii: problemy privlecheniya i osnovnyye napravleniya [China's Investments in the Russian Far East: Problems Attraction and Main Directions]. Molodoy ucheniy, 26(130): 321–324.
- Krasilshchikov V.A. 1996. Dependence and backwardness in the development of Russia. The World of Russia. No. 4.
- Lukonin S.A. 2023. Russian-Chinese Relations: an Asymmetric Partnership? MGIMO Review of International Relations, 16 (2): 65–86 (in Russian). <https://doi.org/10.24833/2071-8160-2023-2-89-65-86>

- Lukonin S.A., Zhe S. 2023. New Normality in the Asia-Pacific Region: Beijing between Moscow and Washington. *Analyses & Alternatives*, 7(1): 229–258 (in Russian). <https://doi.org/10.22931/aanda.2023.7.1.008>.
- Manchenko A.P. 2000. *Sotsialnaya modernizatsiya v sovremennoy Rossii* [Social Modernization in Modern Russia]. Moscow, Publ. NOU, 215 p.
- Marshall A. 1984. *Printsipy politicheskoy ekonomii* [Principles of Political Economy]. Vol. II. Moscow, Publ. Progress, 311 p.
- Minakir P.A. 2001. *Sistemnyye transformatsii v ekonomike* [Systemic Transformations in the Economy]. Vladivostok, Publ. Dalnauka, 536 p.
- Minakir P.A., Demyanenko A.N. 2014. *Essays on Spatial Economics*. Khabarovsk, Publ. Institut ekonomicheskikh issledovaniy Dalnevostochnogo otdeleniya RAN, 272 p.
- Minakir P.A. 2016. The National Strategy of Spatial Development: Is It the Conscientious Delusion or Deliberate Simplification? *Spatial Economy*, 3: 7–15 (in Russian). <https://doi.org/10.14530/se.2016.3.007-015>
- Minakir P.A. 2018. Spatial Development Strategy: a View From the Concepts of Spatial Organization in the Economy. *Spatial Economics*, 4: 8–20 (in Russian). <https://doi.org/10.14530/se.2018.4.008-020>
- Muratshina K.G. 2017. The Programme of Cooperation Between Russian far East and Eastern Siberia and Chinese North-Eastern Regions (2009-2018) and Its Role, Evolution and Risks in the Russian-Chinese Cross-Border Interaction. *Herald Tomsk State University*, 417: 110–120 (in Russian). <https://doi.org/10.17223/15617793/417/16>
- Perrou F. 2007. *Ekonomicheskoye prostranstvo: teoriya i prilozheniya* [Economic Space: Theory and Applications]. *Prostranstvennaya ekonomika*, 2: 77–93 (in Russian).
- Ponkratova L.A. 2019. 30 let transgranichnogo sotrudnichestva Rossii i Kitaya: itogi i novyye trendy [30 years of cross-border cooperation between Russia and China: results and new trends]. In: *Problemy torgovo-ekonomicheskogo sotrudnichestva rossiyskogo Dalnego Vostoka i Severo-Vostoka Kitaya* [Problems of Trade and Economic Cooperation of the Russian Far East and Northeast of China]. Book 2. Moscow, Publ. IDV RAS: 146–167.
- Prostranstvennyye transformatsii v rossiyskoy ekonomike* [Spatial Transformations in the Russian Economy]. 2002. Moscow, Publ. Institut ekonomicheskikh issledovaniy Dalnevostochnogo otdeleniya RAN, 424 p.
- Putin V.V. 2012. *Rossiya i menyayushchiysya mir* [Russia and the Changing World]. *Gosudarstvennaya sluzhba. Vestnik koordinatsionnogo soveta po kadrovym voprosam. gosudarstvennym nagradam i gosudarstvennoy sluzhbe pri polnomochnom predstavitele prezidenta Rossiyskoy Federatsii v severo-zapadnom federalnom okruge*, 1: 99–117.
- Rashkovsky E.B. 1993. *Opyt totalitarnoy modernizatsii Rossii (1917-1991) v svete sotsiologii znaniya* [The Experience of Totalitarian Modernization of Russia (1917-1991) in the Light of Sociology of Knowledge]. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnyye*, 7: 105–119.
- Smirnyagin L.V. 2016. The Future of Geographical Space in Social Sciences. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, 4: 7–19 (in Russian). <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2016-4-7-19>
- Soros J. 1999. *The Crisis of World Capitalism. An Open Society is in Danger*. Moscow, Publ. INFRA, 262 p. (in Russian).
- Suslov D.V. 2022. Russian-Chinese Trade and Joint Projects in the Far East of Russia. *Regionalism*, 9(2): 63–80 (in Russian).
- Sukhorukov V.D., Gladkiy Yu.N. 2021. To the Question About the Scientific Explication of Geographic Space. *Regional geosystems*, 45 (2): 133–143 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2021-45-2-133-143>
- Torkunov A.V., Streltsov D.V., Koldunova E.V. 2020. Russia's Pivot to the East: Achievements, Problems, and Prospects. *The policy. Political research*, 5: 8–21 (in Russian). <https://doi.org/10.17976/jpps/2020.05.02>
- Umnov V.A. 1996. *Prostranstvennyye resursy, ikh znacheneye i otsenka* [Spatial Resources, Their Significance and Assessment]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*, 5: 98–102.
- Friedman M. 1998. *Esli by dengi zagovorili* [If Money Would Talk]. Moscow, Publ. Delo, 160 p.



- Fu Yu. 2022. A Study of the Effectiveness of Co-Investment Between China and Russia in the Context of Changes in the International Industrial Landscape. *Russian Economic Bulletin*, 5(4): 119–126 (in Russian).
- Zou J. 2022. Current Promising Areas of Russian-Chinese Economic Cooperation. *Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*, 4: 156–165 (in Russian). https://doi.org/10.52180/2073-6487_2022_4_156_165
- Zhao Zh., Gordyachkova O.V. 2021. Chinese Direct Investments in the Russian far East Economy. *Russian-Chinese studies*, 5(2): 101–109 (in Russian). [https://doi.org/10.17150/2587-7445.2021.5\(2\).101-109](https://doi.org/10.17150/2587-7445.2021.5(2).101-109)
- Heidegger M. 2010. What is Called Thinking? Moscow, Publ.Academicheskiiy Proekt, 351 p. (in Russian).
- Shuper V.A. 2011. Development of Theoretical Notion in Spatial Analyses. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, 3: 7–16 (in Russian).
- Diao X. 2021. Economic Cooperation of the Northeast China and the Far East of Russia Under New Conditions Status, Capacity, and Supply. *Journal of regional and international competitiveness*, 5(4): 44–49. https://doi.org/10.52957/27821927_2021_4_44
- Harvey D. 2006. *Spaces of Global Capitalism: Towards a Theory of Uneven Geographical Development*. London, Publ. Verso, 154 p.
- Hill F., Gaddy C. 2003. *The Siberian Course: How Communist Planners Left Russia Out in the Cold*. New York, Brookings Institution Press, 240 p. <https://doi.org/10.2747/1538-7216.45.6.465>
- Kashin V., Yankova A. 2021. Cooperation Between Russia and China: Overcoming Deep Obstacles. *Higher School of Economic Paper. Electronic journal*, 42/IR/2021: 1–26.
- Rolph E. 2008. An Inquiry into the Relations between Phenomenology and Geography. *Canadian Geographer*, 14(3): 193–201. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1970.tb01567.x>
- Seamon D.A. 2023. *Phenomenological Perspectives on Place, Lifeworlds, and Lived Emplacement. The selected Writings of David Seamon*. Routledge, 294 p. <https://doi.org/10.4324/9781003328223>
- Tuan Yi-Fu. 1977. *Space and Place: The Perspective of Experience*. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN, 58 p.

*Поступила в редакцию 24.04.2024;
поступила после рецензирования 21.05.2024;
принята к публикации 03.06.2024*

*Received April 24, 2024;
Revised May 21, 2024;
Accepted June 03, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Гладкий Юрий Никифорович, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической географии, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Yuriy N. Gladkiy, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Economic Geography, Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia