



ИЗВЕСТИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ



НАУКА
— 1727 —

СОДЕРЖАНИЕ

Том 88, номер 2, 2024

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВА

- Иностранные мигранты в Московской агломерации: пространственно-временной анализ
на основе данных сотовых операторов
Р. А. Бабкин, А. Г. Махрова, Д. М. Медведникова 105
- География исследовательских сетей Большого Юга России
А. С. Михайлов, А. А. Михайлова, Д. В. Хвалей 119
- The Impact of Geopolitical Processes in Bosnia and Herzegovina on Urban Development
and Cultural Identity (Влияние геополитических процессов в Боснии и Герцеговине
на городское развитие и культурную идентичность)
M. Mandić and D. Delić (М. Мандич, Д. Делич) 135

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

- Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем
Северо-Западного региона России
М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов 145

ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

- Климатические условия и природные риски освоения территории Южно-Уссурийского городища
*Н. Г. Разжигаяева, Л. А. Ганзей, Т. А. Гребенникова, С. Д. Проконец,
О. Л. Морева, Д. М. Поперечный, Е. Ю. Шаповалов* 158
- Строение и свойства палеопочв позднего плейстоцена
лёссово-почвенного разреза Оби-Мазар (Таджикистан)
О. А. Токарева, М. П. Лебедева, П. М. Сосин, И. К. Ашурмадов, Р. Н. Курбанов 176

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Туристско-рекреационная нагрузка в макрорегионе “Из Москвы в Санкт-Петербург”:
полимасштабная оценка с использованием больших данных
Е. Ю. Колбовский, О. А. Климанова 196
- Лесоторговое районирование России: разработка методики кластеризации
*Н. А. Сеницын, М. С. Елютин, А. С. Коротков, А. О. Кушлевич,
Р. Р. Меняльщиков, Д. С. Русаков* 214
- Дискуссия по поводу статьи. Районирование или “коннектография”?
Е. Ю. Колбовский 228
- Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры высотных поясов
Северного и Южного Сихотэ-Алиня
М. С. Лящевская 231

ВОПРОСЫ КУЛЬТУРНОЙ ГЕОГРАФИИ

- Литературная география и проблема формирования геокультурных текстов
(на примере черноморских текстов русской литературы)
Д. Н. Замятин 244

Contents

Volume 88, No. 2, 2024

Territorial Organization of Society

- Foreign Migrants in the Moscow Agglomeration: Spatial and Temporal Analysis Based on Data from Mobile Operators
R. A. Babkin, A. G. Makhrova, and D. M. Medvednikova 105
- Geography of Research Networks in the Big South of Russia
A. S. Mikhaylov, A. A. Mikhaylova, and D. V. Hvalev 119
- The Impact of Geopolitical Processes in Bosnia and Herzegovina on Urban Development and Cultural Identity
M. Mandić and D. Delić 135

Natural Processes and Dynamics of Geosystems

- Assessment of the Influence of Climatic Factors on the State of Terrestrial Ecosystems in the Northwestern Region of Russia
M. P. Vasiliev, E. M. Nesterov, E. V. Kashirina, and A. V. Lyubimov 145

Evolution of Natural Systems

- Climate and Natural Risks of the Settlement of Yuzhno-Ussuriysk Fortress Area
N. G. Razjigaeva, L. A. Ganzey, T. A. Grebennikova, S. D. Prokopets, O. L. Moreva, D. M. Poperechniy, and E. Yu. Shapovalov 158
- Structures and Properties of the Late Pleistocene Paleosols of the Loess-Soil Section of Obi-Mazar (Tajikistan)
O. A. Tokareva, M. P. Lebedeva, P. M. Sosin, I. K. Ashurmadov, and R. N. Kurbanov 176

Research Methods in Geography

- Tourist-Recreational Impact on the Moscow–St. Petersburg Macroregion: a Multi-Scale Assessment Using Big Data
E. Yu. Kolbowski and O. A. Klimanova 196
- Wood Trade Regions of Russia: Clustering Approach Development
N. A. Sinitsyn, M. S. Elutin, A. S. Korotkov, A. O. Kushlevich, R. R. Menyalshikov, and D. S. Rusakov 214
- Discussion on the Article. Regionalization or Connectography?
E. Yu. Kolbowski 228
- Subfossil Pollen Spectra in the Altitudinal Belts of the Sikhote-Alin
M. S. Lyashchevskaya 231

Issues of Cultural Geography

- Literary Geography and the Problem of the Formation of Geo-Cultural Texts (Using the Example of the Black Sea Texts of Russian Literature)
D. N. Zamyatin 244

ИНОСТРАННЫЕ МИГРАНТЫ В МОСКОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ: ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СОТОВЫХ ОПЕРАТОРОВ

© 2024 Р. А. Бабкин^{1, 2, *}, А. Г. Махрова^{3, **}, Д. М. Медведникова^{3, 4, ***}

¹Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

²ВНИИ Труда Минтруда России, Москва, Россия

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

⁴РАНХиГС при Президенте Российской Федерации, Москва, Россия

*e-mail: babkin_ra@mail.ru

**e-mail: almah@mail.ru

***e-mail: darina.medvednikova@yandex.ru

Поступила в редакцию 31.10.2023 г.

После доработки 14.02.2024 г.

Принята к публикации 14.03.2024 г.

В статье на основе данных сотовых операторов проведен анализ современного этнического ландшафта Московской агломерации, формируемого иностранными мигрантами. Сделана оценка их общей численности и помесечной динамики с октября 2021 по октябрь 2022 г. Выделены основные районы проживания иностранцев, проведена оценка этнического разнообразия муниципалитетов, выявлены основные типы расселения национально-этнических сообществ. Исследование показало, что общая численность иностранных мигрантов в агломерации достигает 1.8 млн человек, или 9% всего населения, оставаясь практически неизменной на фоне событий 2022 г., включая специальную военную операцию. Доля иностранцев минимальна в ЗАТО (ниже 3%), невелика она и в дальнем Подмосковье, а также в дорожных районах столицы. При этом рубеж в 17%, так называемую точку кипения, отражающую резкое повышение рисков межэтнических конфликтов и геттоизации городского пространства, в агломерации преодолели 8 муниципалитетов. Два наиболее заметных ареала повышенной концентрации иностранных мигрантов выделены на юго-востоке на стыке Москвы и области (Люблино–Котельники) и в Новой Москве (Мосрентген–Сосенское). Расчет индекса этнической мозаичности Эккеля подтвердил наличие здесь выраженных межэтнических контактных зон. Повышенные значения индекса были отмечены и в большинстве районов центра и юго-запада столицы, что при меньшей доле проживающих иностранцев связано с высокой плотностью офисов, дипломатических учреждений и вузов. Анализ паттернов расселения национально-этнических групп мигрантов выявил три типа, детерминируемых адаптационными возможностями этнических сообществ. Диффузное относительно равномерное расселение свойственно как наиболее массовым этническим группам (граждане Таджикистана, Узбекистана и Кыргызстана), так и наиболее культурно близким местному населению (выходцы из Украины и Беларуси). Концентрическое расселение (в спальных районах Москвы и городах-спутниках) характерно для относительно крупных этнических групп из постсоветских стран (граждане Азербайджана, Армении, Грузии). Локальный тип свойственен небольшим этническим сообществам, тяготеющим к отдельным районам столицы.

Ключевые слова: данные сотовых операторов, Москва, Московская область, иностранцы, мигранты, расселение

DOI: 10.31857/S2587556624020014, EDN: DTOBYU

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В современном мире массовые потоки иностранных мигрантов стали одной из наиболее значимых проблем развития крупнейших городов и их пригородов, при этом каждая страна решает вопросы приема мигрантов и их расселе-

ния, исходя из своих приоритетов. Как следствие, в одних странах (например, в Дании) мигранты селятся компактно, что приводит к формированию этнических кварталов. В городах других стран (например, в Австрии), где мигранты легче интегрируются в принимающее сообщество, их нет (Benassi et al., 2020). Выраженность этих

процессов зависит от действия многих факторов, включая экономическую ситуацию и уровень безработицы, этнический и социальный состав мигрантов, социально-территориальную структуру населения города и его окружения, проводимую политику и др.

Москва как глобальный город с емким и диверсифицированным рынком труда принимает иностранных мигрантов в огромном количестве, что превращает столицу в главный центр их притяжения на постсоветском пространстве. При этом место для своего проживания мигранты выбирают самостоятельно, так как в РФ среди приоритетов национальной политики нет мер по регулированию их расселения, что может способствовать пространственной стратификации населения по этическому признаку. Другие особенности Московской агломерации (доминирование многоэтажных домов, унаследованное от советского периода социально смешанное расселение, низкий уровень безработицы и др.), напротив, препятствуют этим процессам. Взаимное действие всех этих факторов более чем за тридцать лет постсоветских трансформаций должно сформировать новый этнический ландшафт Московской агломерации, в связи с чем тематика изучения иностранных мигрантов, проживающих в столичном регионе, и их расселения является весьма актуальной.

В зарубежной литературе закономерностям расселения мигрантов и вопросам их сегрегации посвящено множество работ. Исследуются проблемы расселения и формирования этнических кварталов мигрантов в конкретных городах, их связь с социально-экономическими характеристиками в различных контекстах, зависимость от проводимой иммиграционной, интеграционной (включая трудовое законодательство в отношении иммигрантов) и жилищной политики и многое другое (Arbaci and Malheiros, 2010; Benassi et al., 2020; Catney, 2018; и др.).

Традиционно вопросы сегрегации и связанные с ней проблемы интеграции увязываются с образованием этнических анклавов (гетто). Однако некоторые исследования показывают, что более высокая сегрегация по месту жительства не всегда ведет к более слабой интеграции (Bolt et al., 2010). Анализ расселения мигрантов, проведенный на примере ряда развитых и развивающихся стран, выявил, что, хотя крупные мегаполисы по-прежнему наиболее привлекательны для иностранных мигрантов и характеризуются наиболее высокой их концентрацией, максимальные уровни сегрегации демонстрируют

небольшие города, расположенные в пригородах (Benassi et al., 2020).

Тематика расселения иностранных мигрантов в городах и их агломерациях, хорошо изученная в зарубежных исследованиях, в России рассматривается в немногочисленных работах (Карачурина и др., 2022). Ограниченность данных официальной статистики по размещению иностранных мигрантов¹ приводит к тому, что большая часть исследований опирается на полевые методы (социологические опросы, интервью, фокус-группы, натурные наблюдения). Однако из-за своей трудоемкости они изучают отдельные аспекты пребывания иностранцев в российских городах, например, размещение дагестанской молодежи в Санкт-Петербурге (Шекера, 2020), предпочтения в выборе места проживания мигрантов из Центральной Азии в Москве (Demintseva, 2017), присутствие мигрантов в разных районах Санкт-Петербурга через изучение языкового ландшафта (Баранова, Федорова, 2017), роль этнических рынков как мест концентрации иностранных мигрантов (Авдашкин, 2020; Варшавер и др., 2021; Ерохина, 2017).

Большой пласт исследований размещения иммигрантов в крупных городах России и их пригородах, а также других городах мира был выполнен группой исследователей под руководством Е.А. Варшавера (Андреева и др., 2020; Варшавер и др., 2020а; Ермакова и др., 2020). Сравнение полученных результатов позволило им сформировать теоретическую модель детерминант (факторов) расселения мигрантов в крупных городах (Варшавер и др., 2019; Варшавер и др., 2020б).

Кроме этих исследований оценки территориального распределения различных групп иностранных мигрантов были проведены для Москвы в ряде других работ (Вендина, 2005, 2009; Вендина и др., 2019). В них было выявлено, что к середине 2000-х годов при отсутствии ярко выраженной этнической поляризации населения уже отмечались отчетливые ареалы повышенной концентрации этнических групп, в том числе иностранцев — особенно на юге и востоке столицы (Вендина, 2005). При этом их территориальное распределение было продиктовано скорее не национальными различиями индивидов, а их социально-профессиональными характеристиками и экономическими возможностями, в частности финансовой доступностью жилья (Kashnitsky and Gunko, 2016). Таким образом, на рубеже 2000–2010-х годов уже можно было говорить об определенном вкладе мигрантов

¹ Информация о расселении мигрантов содержится в основном в материалах переписей населения в разрезе муниципальных образований. Это делает возможным оценить пространственное распределение мигрантов только внутри городов России, имеющих статус субъектов РФ (прежде всего в Москве и Санкт-Петербурге). Для городов, имеющих статус муниципальных образований, можно оценить только общее число проживающих иностранных мигрантов без внутригородской дифференциации.

в социальную стратификацию и трансформацию социального пространства Москвы (Махрова, Голубчиков, 2012)².

При всей ценности полученных результатов следует отметить, что каждый из использованных источников информации имеет свои недостатки. Данные официальной статистики не позволяют получить достоверные оценки числа и размещения временных и нелегальных мигрантов, а также установить точные границы ареалов их концентрации внутри городов. В дополнение, статистикой фиксируются только места проживания (т.е. ночного пребывания) мигрантов, хотя их дневная активность часто происходит вдали от мест проживания в иных районах города (Вендина и др., 2019). При этом переписи населения далеко не полностью охватывают иностранных мигрантов. Так, перепись 2020 г. учла только 189 тыс. временно пребывающих иностранцев³, хотя реальное количество постоянно и временно проживающих иностранцев в России оценивается МВД в 6 млн чел.⁴ В то же время социологические и антропологические методы из-за своей трудоемкости являются приблизительными и не могут претендовать на всеобъемлющее описание масштабов и потоков иностранных мигрантов.

В качестве успешной альтернативы в зарубежной практике уже закрепился подход, основанный на применении данных сотовых операторов связи для анализа пространственного размещения иностранных мигрантов (Lai et al., 2019; Luca et al., 2022), оценки пространственно-временных характеристик этнической сегрегации (Bajardi et al., 2015; Järv, 2020; Moya-Gomez et al., 2021; Silm, Ahas, 2014) и расселения отдельных национальных групп мигрантов (Vertoli et al., 2021).

В России изучение распределения иностранных мигрантов с использованием данных сотовых операторов связи ранее не проводилось. В данной работе оно будет проведено впервые на примере Московской агломерации (условно в границах Москвы и Московской области). Какова в настоящее время численность иностранных мигрантов и ее динамика в 2021–2022 гг.? Из каких стран приезжает больше всего мигрантов? Где расположены основные места их концентрации? Как иностранные мигранты изменили этнический ландшафт агломерации? На эти и некоторые другие вопросы отвечает данная статья.

ДАННЫЕ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Основным источником информации, на базе которого выполнено настоящее исследование, стали предоставленные Департаментом информационных технологий Москвы за октябрь 2021 – октябрь 2022 г. данные операторов сотовой связи. На их основе были сделаны оценки количества иностранных мигрантов по принадлежности абонентов к категории “международная связь” в разрезе стран. Разделение производилось в соответствии с паспортными данными о гражданстве абонента (если сим-карта российского оператора) или данными о роуминге (если сим-карта зарубежного оператора). Кроме того, с использованием этого же источника информации была сделана оценка численности населения Москвы и Московской области по данным на зимнюю буднюю ночь как аналог численности постоянного населения.

Для выделения из состава всех абонентов мигрантов, длительное время проживающих в городе, использовались сведения о “домашних” ячейках, в которых пользователь провел максимальное время ночью с 23:00 до 6:00 за все дни календарного месяца (с учетом праздников и выходных). При этом суммарно время пребывания не должно быть меньше 40 часов, что позволяет отделить мигрантов, длительное время проживающих в регионе, от прибывающих на короткий срок.

На основе этих данных на первом этапе была сделана оценка общей численности иностранных мигрантов, проживающих в столичном регионе, в том числе в привязке к странам выхода. Для верификации полученных результатов проведено их сравнение с официальными оценками количества мигрантов Росстата, МВД и Социального фонда России. Помимо этого была проанализирована помесечная динамика числа иностранных мигрантов, что позволило учесть влияние различных событий, происходивших в рассматриваемый период, включая специальную военную операцию.

На втором этапе были выделены основные районы проживания иностранцев, а также проведена оценка факторов их концентрации. Кроме того, на основе доли мигрантов в общей численности проживающего населения выделены районы, в которых она уже превысила или приблизилась к “точке кипения” (*tipping point* по М. Глэдвелу) – порогу, после преодоления

² Для Санкт-Петербурга подробных оценок размещения иностранных мигрантов не проводилось, но исследования по вопросам сегрегации выявили в городе тенденции, идентичные наблюдаемым в Москве (Аксенов, 2009).

³ Росстат. Всероссийская перепись населения 2020 года. <https://rosstat.gov.ru/vpn/2020>

⁴ Ведомости. МВД назвало число иностранцев в России. <https://www.vedomosti.ru/society/news/2022/11/24/951913-mvd-nazvalo-chislo-inostrantsev-v->

которого резко усиливается вероятность развития пространственной сегрегации (Gladwell, 2002).

На третьем шаге авторы оценили этническое разнообразие муниципалитетов Московской агломерации с помощью индекса этнической мозаичности Эккеля и выделили основные типы распределения национально-этнических сообществ на основе детального рассмотрения концентрации иностранцев из ряда стран.

Стоит отметить ряд сложностей и методических ограничений, с которыми столкнулись авторы в ходе своего исследования. Пожалуй, наиболее слабой стороной данных является то, что они не учитывают мигрантов из зарубежных стран, являющихся российскими гражданами,

что существенно занижает значения. После получения российского гражданства значительная часть людей меняет сим-карту и пропадает из соответствующей выборки. Еще одним из ограничений стал недоучет или неверный учет мест проживания иностранных граждан, регулярно работающих в ночное время (среди низкоквалифицированных мигрантов это весьма распространенное явление). В результате значительная часть таких мигрантов приписывается к районам, где фактически находится их место работы, а не место проживания. С этим связана повышенная доля представителей киргизского, таджикского и иных этносообществ в центральных районах столицы.

Таблица 1. Оценка численности иностранных мигрантов и их отдельных категорий в Москве и Московской области в 2021–2023 гг., тыс. чел.*

Показатель	Источник данных	Москва	Московская область	Суммарно по Москве и Московской области
Численность проживающих иностранцев, октябрь 2021 – октябрь 2022 г.	Данные сотовых операторов	910.0	915.0	1825.0
Численность иностранных мигрантов, 2021 г.	МВД России**	789.0	—	—
Количество работников — иностранных мигрантов, 2021 г.	Социальный фонд России	684.9	222.2	907.1
Иностранные граждане в среднегодовой численности трудовых ресурсов, 2022 г.	ЕМИСС, данные баланса трудовых ресурсов и оценки затрат труда Росстата	967.4	496.5	1463.9
Число иностранных граждан и лиц без гражданства, имеющих разрешения на временное проживание, конец 2022 г.	МВД России	24.7	24.7	49.4
Число иностранных граждан и лиц без гражданства, имеющих виды на жительство, конец 2022 г.	МВД России	52.5	53.9	106.3
Количество разрешений на работу иностранных граждан и лиц без гражданства, конец 2022 г.	МВД России	33.6	5.7	39.3
Количество действительных патентов, конец 2022 г.	МВД России	427.0	318.4	745.5

* Информация о беженцах, вынужденных переселенцах и лицах, получивших временное убежище, количество которых составляет от нескольких десятков до нескольких тысяч человек, в таблице не указана.

** При отсутствии открытой статистики о числе мигрантов, проживающих (состоящих на миграционном учете) в субъектах РФ, информация о количестве иностранных мигрантов, проживающих в Москве, взята из высказываний в прессе представителей региональных управлений МВД (В МВД рассказали, мигрантов из каких стран больше всего проживает в Москве. Газета “Взгляд”. <https://vz.ru/news/2021/4/22/1095973.html?ysclid=Imana840ma999776044>).

Источник: составлено по данным сотовых операторов, ЕМИСС, статистических сведений по миграционной ситуации МВД России и иных открытых источников.

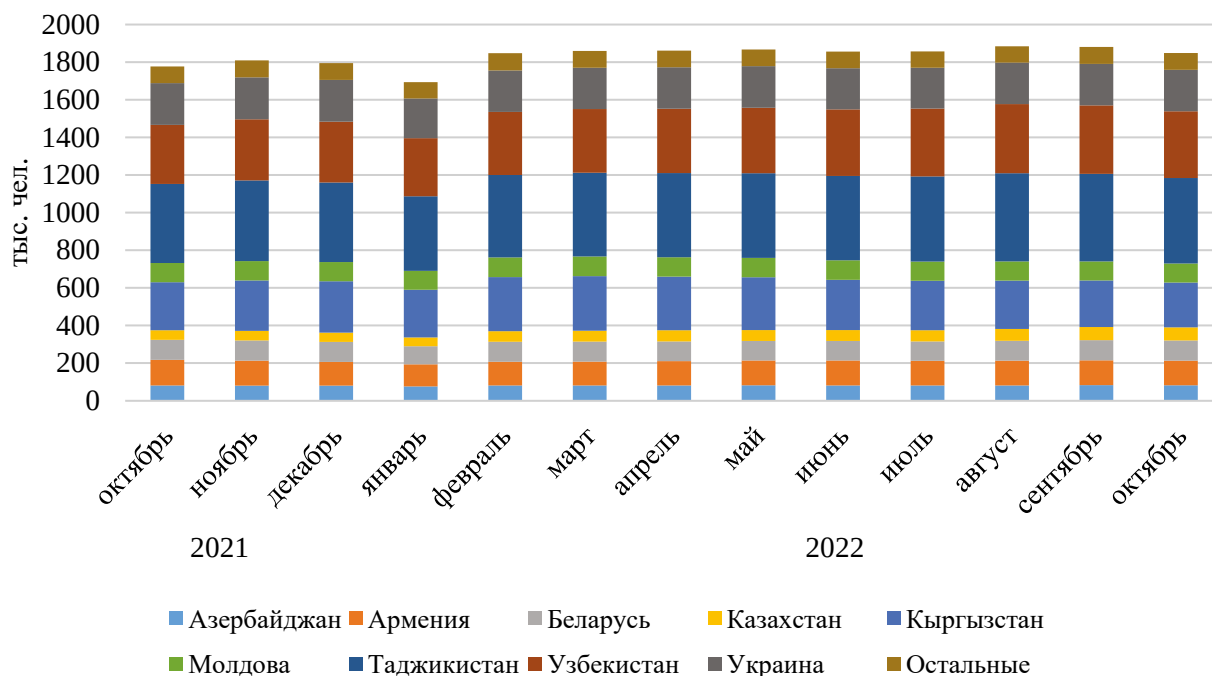


Рис. 1. Динамика численности иностранцев, постоянно проживающих в Московском регионе, октябрь 2021 — октябрь 2022 г.

Также ограничением стало разделение выборки по странам выхода мигрантов, что делает не всегда возможным четкое сопоставление с этнической составляющей. Для ряда моноэтнических стран (Армения, Азербайджан) такое выделение релевантно и, в целом, соответствует этническим сообществам, для других это не вполне применимо (Казахстан, Украина, Кыргызстан и др.). В этой связи в работе выделенные группы населения будут названы национально-этническими, что подчеркивает неполную корреляцию этнической принадлежности иностранцев со странами их выхода.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Численность иностранных мигрантов

Как уже отмечалось, данные сотовых операторов — фактически единственный источник, который позволяет оценить общее число иностранных мигрантов, проживающих в Московской агломерации, так как статистика МВД России и Росстата недоступна исследователям для пространственной и временной детализации информации о размещении иностранцев⁵. Ожидается, что по данным сотовых операторов их число заметно превышает все официальные оценки: разница составляет от 400 до 900 тыс. чел., отражая фактическое количество проживающих

иностранцев, которое не учитывает статистика (табл. 1).

Согласно данным сотовых операторов за 2021–2022 гг. среднемесячная численность иностранных мигрантов, проживающих в Московской агломерации, составила 1.8 млн чел., или почти 9% от всего населения, также определенного по данным операторов сотовой связи. При этом в старых границах Москвы доля иностранцев несколько ниже (8.4%, или 800 тыс. чел.), в Московской области — выше (9.0%, или 915 тыс. чел.), а в Новой Москве — наибольшая (12.8%, или 110 тыс. чел.). Следует отметить, что на протяжении рассматриваемого периода общая численность иностранцев была практически стабильной и колебалась в пределах 1.7–1.85 млн чел. (рис. 1).

Не менялась и структура мигрантов по странам выхода, среди которых доминируют представители постсоветского пространства. Тройка лидеров представлена Таджикистаном (450 тыс. чел.), Узбекистаном (350 тыс. чел.) и Кыргызстаном (250 тыс. чел.). Несколько скромнее позиции Украины (220 тыс. чел.). Численность выходцев из Молдовы, Армении и Беларуси составляет от 100 до 200 тыс., а Азербайджана и Казахстана — от 50 до 100 тыс. чел. Меньше всего среди постсоветских государств число выходцев из Грузии (20 тыс. чел.) и Тур-

⁵ Официальными службами фиксируются и доступны для исследователей только 1) изменение числа мигрантов (число лиц, поставленных на миграционный учет и снятых с него, без указания числа мигрантов, которые в текущий момент состоят на учете) или 2) число выборочных категорий мигрантов, которые учитываются в связи с получением определенных документов, разрешающих им проживание и трудоустройство в России.

кменистана (12 тыс. чел.)⁶. Численность всех остальных иностранцев, постоянно проживающих в столичном регионе, относительно невелика и составляет около 60 тыс. чел., или 3% от всех иностранцев, что в два раза меньше выходцев только из одной небольшой Армении.

Таким образом, потрясения 2022 г. не привели к какому-либо заметному сокращению численности проживающих в Московской агломерации иностранцев. Можно говорить, что их количество определялось ситуацией на рынке труда в странах выхода, а влияние специальной военной операции и кратковременного скачка курса рубля в феврале—марте 2022 г. практически не проявилось. Любопытно, что на фоне значительных геополитических и экономических потрясений наиболее заметную роль в динамике их числа по факту сыграли новогодние праздники (см. рис. 1).

Расселение иностранных мигрантов

Пространственное распределение мигрантов по территории столичной агломерации крайне неравномерно. Мигранты предпочитают проживание на периферии Москвы, а также в ее ближайших городах-спутниках. В Московской области, напротив, наиболее востребованы муниципалитеты, приближенные к ядру агломерации; остальная часть территории области для них слабо привлекательна. В целом на территории агломерации можно выделить два кластера их концентрации — юго-восточный, расположенный на границе Москвы и области, и новомосковский (рис. 2). Третий кластер на базе Молжаниновского и Куркино выделяется лишь относительными параметрами и из-за небольшого населения он менее значим по сравнению с двумя первыми.

В настоящее время после ликвидации Черкизовского рынка и закрытия Покровской овощебазы в Западном Бирюлеве юго-восток стал самым крупным ареалом концентрации мигрантов. Его ядро образует район Люблино, а также находящиеся на противоположной стороне МКАД подмосковные Котельники и Дзержинский. В Люблино разместился крупный торговый комплекс “Москва”, а в Капотне — крупнейший вещевой рынок столицы “Садовод”, куда переехала значительная часть торговцев ликвидированного “Черкизона”. При относительно небольшой цене аренды жилья здесь активно селятся работники этих торговых комплексов.

Второй кластер располагается в прилегающих к МКАД районах Новой Москвы (Сосенское,

Мосрентген, Московский) и в двух замкадных районах столицы (Солнцево и Внуково). Во-первых, здесь расположено несколько крупных продовольственных и строительных рынков (“Фуд Сити”, куда из Бирюлева передислоцировалась Покровская овощная база, “Славянский мир”, “ЦСК”, “Строймастер” и др.). Во-вторых, это районы наиболее активного в столичном регионе жилищного строительства, что также способствует концентрации здесь работающих в них мигрантов. Наконец, неподалеку располагаются крупнейшие столичные кладбища — Хованское, Востряковское и Трокуровское, на которых также работает довольно много представителей зарубежных этносообществ.

Помимо выделенных кластеров, высокая доля проживающих мигрантов наблюдается в некоторых окраинных и спальных муниципалитетах с небольшим населением и активно ведущейся застройкой. Кроме того, их доля высока в районах концентрации крупных транспортно-пересадочных узлов (Красносельский, Внуково, Савеловский и др.).

При этом рубеж в 17% — точку кипения — в Московской агломерации уже преодолели 8 муниципалитетов. Одновременно с этим почти в 50 районах превышен рубеж в 10%, что также дает старт работе механизмов избирательности (Вендина, 2005, с. 80). Это означает, что почти в трети всех муниципалитетов агломерации уровень концентрации мигрантов достиг достаточно высоких значений.

Однако, если с учетом этнической близости значительной части мигрантов и принимающего сообщества определить уровень концентрации иммигрантов только по доле выходцев из стран Средней Азии и Закавказья (см. рис. 2), то рубеж в 10% преодолен лишь в 11% районов (23 муниципалитета). И только в двух из них (Мосрентген и Молжаниновский) он превысил 17% (вплотную к этому порогу приблизились также Котельники и Люблино). Таким образом, для условий Московской агломерации пороги по доле мигрантов в численности населения не очень применимы, что требует рассмотрения этнической проекции в расселении иммигрантов.

Этническая мозаичность и типы расселения национально-этнических групп

Среди методов изучения этнической мозаичности, исходя из возможностей имеющейся информации, наиболее применим индекс этнической мозаичности (ИЭМ) (Эккель, 1976)⁷. Полученные результаты показывают, что в Москве и области наибольшей этнической мозаично-

⁶ Без учета граждан стран Балтии (Литва, Латвия, Эстония), учитываемых в составе граждан ЕС.

⁷ Индекс этнической мозаичности рассчитывается по формуле: $ИЭМ = 1 - \sum (P_i)^2$, где P_i — доля i -й национальности ($i = 1, 2 \dots$) в регионе исследования (Эккель, 1976). С некоторыми допущениями имеющиеся данные сотовых операторов могут быть применены для расчета данного индекса.

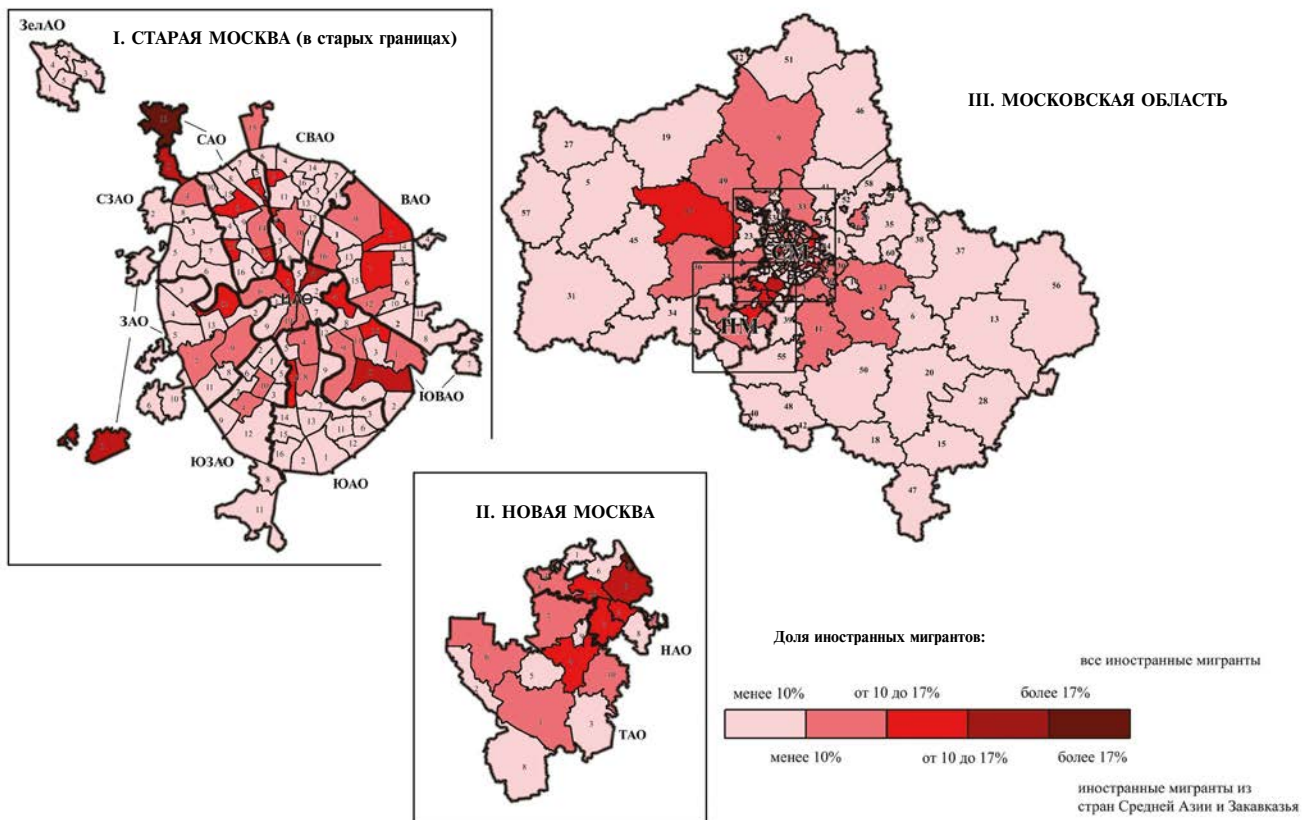


Рис. 2. Доля мигрантов в населении муниципальных образований Москвы и Московской области, октябрь 2021 – октябрь 2022 г.

Цифрами на картах обозначены районы по административным округам Старой Москвы (I), поселения по административным округам Новой Москвы (II) и городские округа Московской области (III). I. Старая Москва: Зеленоградский административный округ (ЗелАО): 1 – Крюково, 2 – Матушкино, 3 – Савелки, 4 – Силино, 5 – Старое Крюково; Центральный административный округ (ЦАО): 1 – Арбат, 2 – Басманный, 3 – Замоскворечье, 4 – Красносельский, 5 – Мещанский, 6 – Пресненский, 7 – Таганский, 8 – Тверской, 9 – Хамовники, 10 – Якиманка; Северо-Восточный административный округ (СВАО): 1 – Аэропорт, 2 – Беговой, 3 – Бескудниковский, 4 – Войковский, 5 – Восточное Дегунино, 6 – Головинский, 7 – Дмитровский, 8 – Западное Дегунино, 9 – Коптево, 10 – Левобережный, 11 – Молжаниновский, 12 – Савеловский, 13 – Сокол, 14 – Тимирязевский, 15 – Ховрино, 16 – Хорошевский; Северо-Восточный административный округ (СВАО): 1 – Алексеевский, 2 – Алтуфьевский, 3 – Бабушкинский, 4 – Бибирево, 5 – Бутырский, 6 – Лианозово, 7 – Лосиноостровский, 8 – Марфино, 9 – Марьино, 10 – Останкинский, 11 – Отрадное, 12 – Ростокино, 13 – Свиблово, 14 – Северное Медведково, 15 – Северный, 16 – Южное Медведково, 17 – Ярославский; Восточный административный округ (ВАО): 1 – Богородское, 2 – Вешняки, 3 – Восточное Измайлово, 4 – Восточный, 5 – Гольяново, 6 – Ивановское, 7 – Измайлово, 8 – Косино-Ухтомский, 9 – Метрогородок, 10 – Новогиреево, 11 – Новокосино, 12 – Перово, 13 – Преображенское, 14 – Северное Измайлово, 15 – Соколиная Гора, 16 – Сокольники; Юго-Восточный административный округ (ЮВАО): 1 – Выхино-Жулебино, 2 – Капотня, 3 – Кузьминки, 4 – Лефортово, 5 – Люблино, 6 – Марьино, 7 – Некрасовка, 8 – Нижегородский, 9 – Печатники, 10 – Рязанский, 11 – Текстильщики, 12 – Южнопортовый; Южный административный округ (ЮАО): 1 – Бирюлево Восточное, 2 – Бирюлево Западное, 3 – Братеево, 4 – Даниловский, 5 – Донской, 6 – Зябликово, 7 – Москворечье-Сабурово, 8 – Нагатино-Садовники, 9 – Нагатинский Затон, 10 – Нагорный, 11 – Орехово-Борисово Северное, 12 – Орехово-Борисово Южное, 13 – Царицыно, 14 – Чертаново Северное, 15 – Чертаново Центральное, 16 – Чертаново Южное; Юго-Западный административный округ (ЮЗАО): 1 – Академический, 2 – Гагаринский, 3 – Зюзино, 4 – Коньково, 5 – Котловка, 6 – Ломоносовский, 7 – Обручевский, 8 – Северное Бутово, 9 – Теплый Стан, 10 – Черемушки, 11 – Южное Бутово, 12 – Ясенево; Западный административный округ (ЗАО): 1 – Внуково, 2 – Дорогомилово, 3 – Крылатское, 4 – Кунцево, 5 – Можайский, 6 – Ново-Переделкино, 7 – Очаково-Матвеевское, 8 – Проспект Вернадского, 9 – Раменки, 10 – Солнцево, 11 – Тропарево-Никулино, 12 – Филевский Парк, 13 – Фили-Давыдовское; Северо-Западный административный округ (СЗАО): 1 – Куркино, 2 – Митино, 3 – Покровское-Стрешнево, 4 – Северное Тушино, 5 – Строгино, 6 – Хорошево-Мневники, 7 – Щукино, 8 – Южное Тушино. II. Новая Москва: Новомосковский административный округ (НАО): 1 – Внуковское, 2 – Воскресенское, 3 – Десеновское, 4 – Кокошкино, 5 – Марушкинское, 6 – Московский, 7 – Мосрентген, 8 – Рязановское, 9 – Сосенское, 10 – Филimonковское, 11 – Щербинка; Троицкий административный округ (ТАО): 1 – Вороновское, 2 – Киевский, 3 – Кленовское, 4 – Краснопахорское, 5 – Михайлово-Ярцевское, 6 – Новофедоровское, 7 – Первомайское, 8 – Роговское, 9 – Троицк, 10 – Шаповское. III. Московская область: 1 – Балашиха, 2 – Бронницы, 3 – Видное (Ленинский), 4 – Власиха, 5 – Волоколамск, 6 – Воскресенск, 7 – Восход, 8 – Дзержинский, 9 – Дмитров, 10 – Долгопрудный, 11 – Домодедово, 12 – Дубна, 13 – Егорьевск, 14 – Жуковский, 15 – Зарайск, 16 – Звездный городок, 17 – Истра, 18 – Кашира, 19 – Клин, 20 – Коломна, 21 – Королёв, 22 – Котельники, 23 – Красногорск, 24 – Краснознаменск, 25 – Лобня, 26 – Лосино-Петровский, 27 – Лотошино, 28 – Луховицы, 29 – Лыткарино, 30 – Люберцы, 31 – Можайск, 32 – Молодежный, 33 – Мытищи, 34 – Наро-Фоминск, 35 – Ногинск (Богородский), 36 – Одинцово, 37 – Орехово-Зуево, 38 – Павловский Посад, 39 – Подольск, 40 – Протвино, 41 – Пушкино, 42 – Пущино, 43 – Раменское, 44 – Реутов, 45 – Руза, 46 – Сергиев Посад, 47 – Серебряные пруды, 48 – Серпухов, 49 – Солнечногорск, 50 – Ступино, 51 – Талдом, 52 – Фрязино, 53 – Химки, 54 – Черноголовка, 55 – Чехов, 56 – Шатура, 57 – Шаховская, 58 – Щелково, 59 – Электрогорск, 60 – Электросталь.

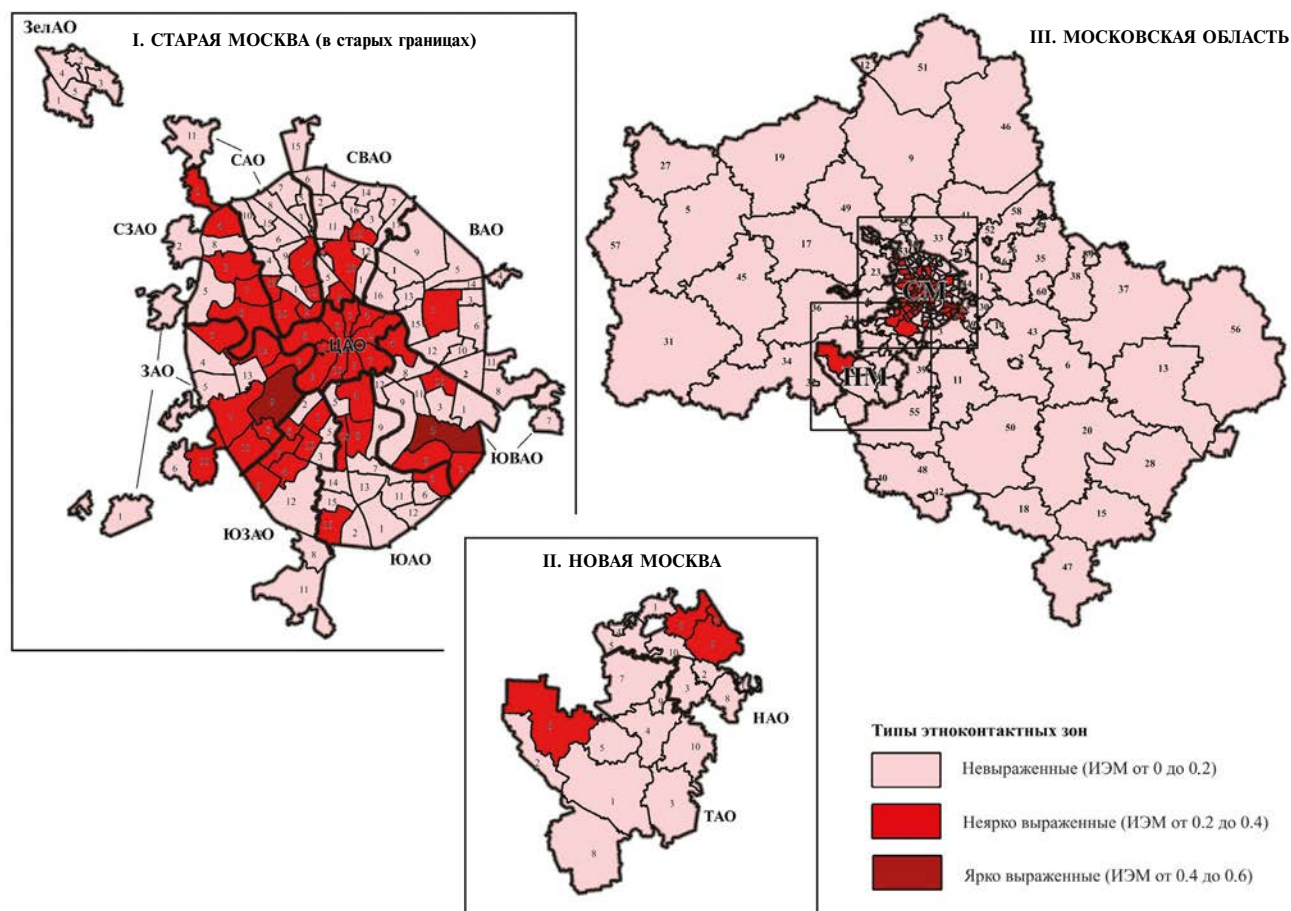


Рис. 3. Этноконтактные зоны Москвы и Московской области.

Цифровые обозначения районов/поселений по административным округам Москвы и городских округов Московской области см. в подписи к рис. 2.

стью характеризуются несколько иные муниципалитеты, чем те, в которых наблюдается повышенная доля иностранцев (рис. 3).

Для районов Москвы в основном характерна моногенная этнокультурная среда. Значения ИЭМ⁸ свыше 0.4 наблюдаются только в двух районах — Люблино (0.45) и Раменки (0.43). Близкие значения (0.3–0.4) отмечены еще в нескольких муниципалитетах центра и юго-запада, что связано с более пестрым этническим составом населения и менее выраженным доминированием отдельных национально-этнических групп. Именно в этих районах сконцентрировано большое число учебных и дипломатических учреждений, способствующих повышенным показателям ИЭМ и частоте межэтнических соприкосновений. За исключением Люблино, спальные районы Москвы отличаются относительно невысокими значениями ИЭМ (в среднем 0.15–0.25). Еще меньшие значения у муниципалитетов области: значения индекса в основном

колеблются в пределах 0.10–0.15. Исключением являются Котельники и Дзержинский — 0.25.

Любопытно, что наиболее высокие значения ИЭМ характерны как для престижных районов центра столицы, так и для периферии, что служит следствием различий среди мигрантов в их финансовых возможностях, а не стремления этнокультурных сообществ к компактному проживанию. Таким образом, картина этнической мозаичности по данным сотовых операторов в целом подтверждает выводы, полученные в (Вендина и др., 2019) о социальной опосредованности этнических факторов расселения мигрантских сообществ в Московском регионе.

Национально-этнические группы формируют различные типы этнического ландшафта, среди которых можно выделить три типа расселения: диффузное, концентрическое и локальное (рис. 4).

Первый тип — *диффузное (равномерное) расселение* — в столичном регионе характерен для

⁸ Для группировки районов по типам этноконтактных зон использована шкала, предложенная А.Г. Манаковым (2016): до 0.2 — невыраженные, 0.2–0.4 — неярко выраженные, 0.4–0.6 — ярко выраженные, свыше 0.6 — полиэтнические территории.

выходцев из Беларуси, Украины, Узбекистана, Таджикистана, Кыргызстана, Абхазии. Действительно, как правило, более образованные и культурно близкие коренному населению иммигранты из Беларуси и Украины распространены по территории города относительно равномерно, повторяя расселение принимающего (русского) населения и практически сливаясь с ним.

Однако такой же тип расселения свойственен и менее квалифицированным, но наиболее крупным этносообществам из Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана, которые также достаточно равномерно проживают по всей территории Москвы и ближнего Подмосковья. Расселение представителей этих этнических групп носит сплошной характер: они активно проникли и во внутренние районы Москвы, не ограничившись более дешевыми районами вблизи МКАД. По всей видимости, это следствие тяготения мест их проживания к местам работы (предприятия ЖКХ, супермаркеты, парикмахерские, торговые центры и т.д.), а также меньшей предвзятости к бытовым условиям, нивелирующей дороговизну жизни в престижных районах города (характеризуются большей скученностью проживания).

При этом данным национально-этническим группам не свойственно образование выраженных территориальных сообществ в силу занимаемых ими ниш на рынке труда. Кроме того, представители этих групп обладают достаточно высокой комплементарностью с принимающей стороной, выражающейся, прежде всего, в знании русского языка, что препятствует образованию ими выраженных этнических анклавов. Наконец, определенную роль в их диффузном расселении играет упомянутая ранее погрешность, связанная с ночным форматом работы (завышенная доля центральных районов).

Второй тип – *концентрическое расселение* – характерен для менее крупных по численности этнических групп, работающих в основном в более локализованных секторах экономики (граждане Армении, Азербайджана и Молдовы). Граждане Армении практически полностью проживают за пределами Москвы. Основные центры их расселения – ближайшие пригороды Москвы (Люберцы, Видное, Реутов, Мытищи, Одинцово, Долгопрудный), а также районы Новой Москвы Московский и Сосенское. Мигранты из Азербайджана проживают преимущественно на юго-востоке – московский район Люблино и города Люберцы, Котельники, Видное (ориентация на крупнейший рынок “Садовод”); в этих четырех муниципалитетах сконцентрировано почти 12% их общего числа. Крупные общины проживают в районе Сосенское в Новой Москве, больших городах ближнего пояса Московской области, а также в За-

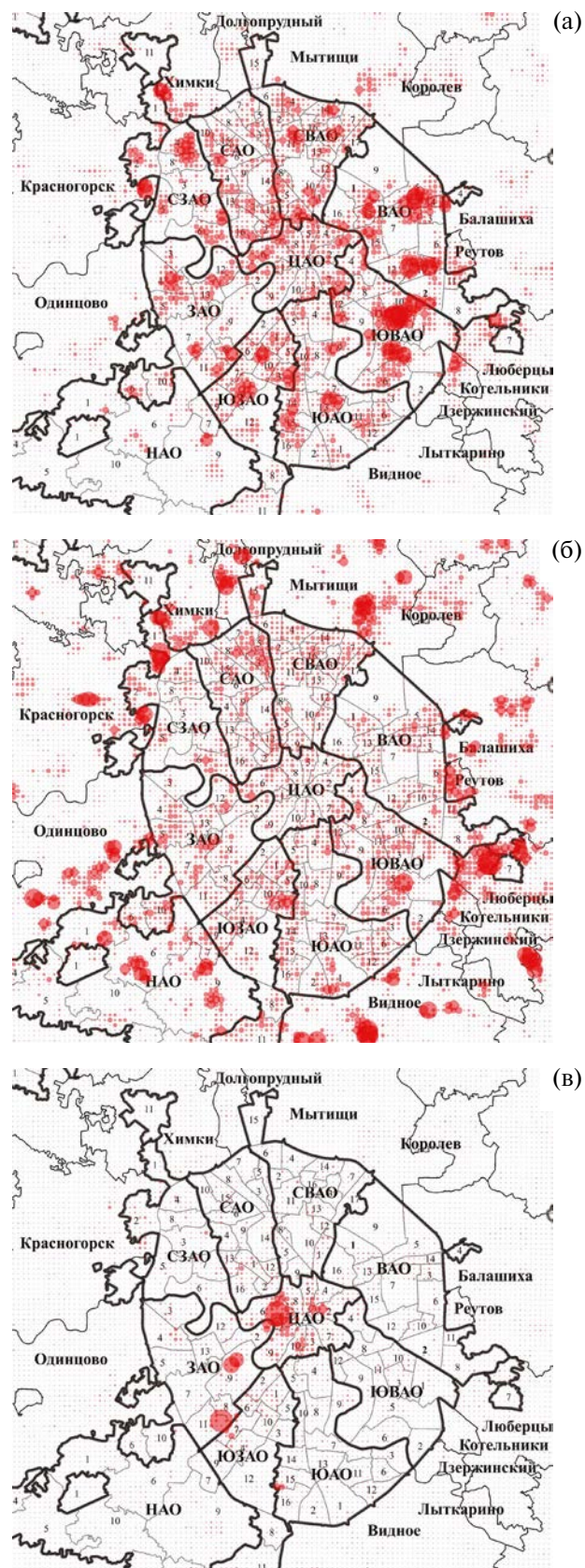


Рис. 4. Типы расселения национально-этнических групп в Москве и ближайшем Подмосковье: а) диффузное – Таджикистан; б) концентрическое – Армения; в) локальное – ЕС, Великобритания и США. Цифровые обозначения районов по административным округам Москвы см. в подписи к рис. 2.

падном Бирюлево. Данные этнические группы в основном задействованы в оптовой торговле, тяготеющей к окраинам столицы, что обуславливает их расселение преимущественно в близлежащих недорогих районах.

Третий тип — *локальное расселение* — свойственен небольшим национально-этническим сообществам из стран Европейского Союза, США, Великобритании, Туркменистана, а также Восточной Азии. Представители стран Европейского Союза, США и Великобритании тяготеют к Центральному и Юго-Западному округам столицы, что связано с их престижностью, а также преимущественным размещением здесь дипломатических миссий этих стран. Интересно распределение выходцев из стран Восточной Азии, половина которых сконцентрирована всего в четырех районах Москвы — Люблино, Раменки, Обручевский и Тропарево-Никулино. Очевидно, что в первом из них проживают в основном низкоквалифицированные выходцы из Китая и Вьетнама, работающие на местных торговых площадках. Остальные районы концентрируют работников дипломатических учреждений и студентов крупных вузов юго-запада (прежде всего МГУ, РУДН и МГИМО).

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ показал, что данные соевых операторов проявили себя как достаточно достоверный источник информации, позволивший провести пространственно-временной анализ численности иностранных мигрантов и их расселения на территории Московской агломерации. Исследование продемонстрировало, что доля мигрантов в численности населения в целом адекватно отражает территории их повышенной концентрации, а с использованием дополнительных аналитических инструментов маркирует наиболее рискованные с точки зрения потенциальных этнических конфликтов зоны.

Московская агломерация как крупнейший центр притяжения мигрантов из постсоветских стран концентрирует на своей территории 1.8 млн иностранных мигрантов (9% от всего населения), численность которых была практически стабильна на протяжении октября 2021 — октября 2022 г. При этом наиболее заметное влияние на ее динамику оказали новогодние праздники, а не специальная военная операция и последовавшие события. Стабильной оставалась и география стран выхода мигрантов: почти 2/3 из них представлены тремя среднеазиатскими странами (Таджикистан, Узбекистан, Кыргызстан) при доле мигрантов не из бывших союзных республик около 3%.

Расселение иностранных мигрантов по территории столичной агломерации неоднородно

и в целом определяется двумя главными экономическими факторами — близостью к местам приложения труда и стоимостью жилья; этнические же факторы лишь дополняют их. Наибольшей популярностью пользуются относительно недорогие и близкие к основным местам занятости спальные районы Москвы (особенно юго-восток), Новая Москва и ближнее Подмосковье. Доля иностранцев здесь практически везде выше 10%, а в некоторых муниципалитетах может достигать 17 и более процентов от всего населения. При этом в дальнем Подмосковье и в дорогих районах столицы их доля повсеместно меньше 10%, а в ЗАТО не превышает 3%.

Принимая во внимание используемый в международной практике порог доли иностранцев в 17% как “точки кипения” (по М. Глэдвелу), после достижения которого резко увеличивается риск этнической пространственной сегрегации, на территории столичной агломерации были выделены два наиболее выраженных ареала повышенной концентрации иностранных мигрантов — юго-восточный, расположенный на стыке Москвы и области (ядро Люблино—Котельники), и новомосковский (ядро Мосрентген—Сосенское). Именно эти два полюса в значительной мере перетянули на себя деловую активность низкоквалифицированной иностранной рабочей силы после закрытия Черкизовского рынка и Покровской овощебазы, что в сочетании с невысокой стоимостью арендного жилья создает благоприятную среду для формирования здесь в перспективе этнических гетто.

Расчет индекса этнической мозаичности Эккеля подтвердил, что наиболее ярко выраженная в столичной агломерации межэтническая контактная зона располагается в районе Люблино на юго-востоке столицы. Относительно высокие значения индекса были отмечены также в других муниципалитетах Юго-Восточного административного округа Москвы и прилегающих городах области (Котельники, Дзержинский). Ожидается выделяются и районы Новомосковского административного округа. Однако высокие значения индекса наблюдаются во многих благополучных районах центра и юго-запада столицы, которые служат ареной активных мультикультурных взаимодействий, свойственных глобальному городу из-за концентрации здесь офисов, гостиниц, дипломатических учреждений и ведущих вузов, привлекающих иностранных студентов.

Углубленный анализ расселения национально-этнических сообществ показал, что в зависимости от их адаптационных возможностей в Московской агломерации выделяются три характерных типа расселения: диффузное, концентрическое и локальное. Диффузное относительно равномерное распределение

по территории свойственно трем наиболее массовым этническим группам (выходцы из Таджикистана, Узбекистана, Кыргызстана), а также сообществам наиболее культурно близким местному населению (граждане Украины и Беларуси). Концентрическое расселение характерно для большинства крупных этнических групп из постсоветских стран (выходцы из Азербайджана, Армении, Грузии), проживающих преимущественно в спальных районах Москвы и ее городах-спутниках. Локальное расселение соотносится с небольшими этносообществами (граждане США, стран ЕС, Великобритании, Туркменистана), тяготеющих к отдельным районам города. В целом переход от компактного к концентрическому и далее диффузному расселению зависит, прежде всего, от численности сообщества, основных сфер занятости его представителей, а также культурно-языковой и этнической общности с принимающим социумом.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Разделы “Данные и методика исследования” и “Численность иностранных мигрантов” написаны А.Г. Махровой в рамках госбюджетной темы НИР географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова № 1.17 “Современная динамика и факторы социально-экономического развития регионов и городов России и стран Ближнего Зарубежья”.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Департаменту информационных технологий правительства г. Москвы за возможность использовать предоставленные данные о передвижениях абонентов сотовой связи для написания данной работы.

FUNDING

The sections “Data and research methodology” and “The number of foreign migrants” were written by A.G. Makhrova within the framework of the state budget theme of the research of the Geographical Faculty of the Lomonosov Moscow State University No. 1.17 “Modern dynamics and factors of socio-economic development of regions and cities of Russia and neighboring countries”.

ACKNOWLEDGMENTS

Authors express their gratitude to the Department of Information Technology of the Government of Moscow for the opportunity to use the provided data on the movements of cellular subscribers in order to write this work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авдашкин А.А. “Китайский” рынок в пространстве российского города (случай Челябинска) // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. 2020. № 2. С. 147–156.
- Аксенов К.Э. Социальная сегрегация пространств личной деятельности в посттрансформационном метрополисе (на примере Санкт-Петербурга) // Изв. РГО. 2009. Т. 141. Вып. 1. С. 9–20.
- Андреева А.С., Иванова Н.С., Варшавер Е.А. Являются ли Котельники этномиграционным анклавом? Кейс-стади города-спутника Москвы на предмет этномиграционных характеристик его жителей // Городские исследования и практики. 2020. Т. 5. № 4. С. 54–72.
- Баранова В.В., Федорова К.С. (Не)видимость и (вне)находимость: трудовые мигранты и языковой ландшафт Санкт-Петербурга // Городские исследования и практики. 2017. Т. 2. № 1. С. 103–121.
- Варшавер Е.А., Рочева А.Л., Иванова Н.С., Ермакова М.В. Места резидентной концентрации мигрантов в российских городах: есть ли паттерн? // Социологическое обозрение. 2020а. Т. 19. № 2. С. 225–253.
- Варшавер Е.А., Рочева А.Л., Иванова Н.С., Андреева А.С. Расселение мигрантов в глобальных городах и его детерминанты: Париж, Сингапур, Сидней и Москва в сравнении // Мониторинг общественного мнения: Экономические и социальные перемены. 2019. № 6 (154). Ч. I. С. 479–504. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2019.6.25>
- Варшавер Е.А., Рочева А.Л., Иванова Н.С., Андреева А.С. Расселение мигрантов в глобальных городах и его детерминанты: Париж, Сингапур, Сидней и Москва в сравнении // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2020б. № 2 (156). Ч. II. С. 457–485. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2020.2.1640>
- Варшавер Е.А., Рочева А.Л., Иванова Н.С. Факторы и механизмы складывания мест резидентной концентрации мигрантов вокруг рынков // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2021. № 5. С. 425–449. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2021.5.1939>
- Вендина О.И. Мигранты в Москве: грозит ли российской столице этническая сегрегация? // Миграционная ситуация в регионах России. Выпуск третий. М.: Центр Миграционных исследований, 2005. 88 с.
- Вендина О.И. Культурное разнообразие и “побочные” эффекты этнокультурной политики в Москве // Иммигранты в Москве / под ред. Ж.А. Зайончковской. М.: Три квадрата, 2009. С. 45–148.
- Вендина О.И., Панин А.Н., Тикунов В.С. Социальное пространство Москвы: особенности и структура // Изв. РАН. Сер. геогр. 2019. № 6. С. 3–17. <https://doi.org/10.31857/S2587-5566201963-17>

- Ермакова М.А., Варшавер Е.А., Иванова Н.С. Характеристики проживания и интеграция мигрантов в Москве и Московской области // Вестн. Российского ун-та дружбы народов. Серия: Социология. 2020. Т. 20. № 2. С. 363–381.
<https://doi.org/10.22363/2313-2272-2020-20-2-363-381>
- Ерохина Е.А. Этнические рынки и их роль в трансформации городского пространства (на примере Новосибирска) // Сибирский философский журн. 2017. Т. 15. № 4. С. 173–182.
- Карачурина Л.Б., Мкртчян Н.В., Савоскул М.С. Новые данные и традиционные подходы: как российские географы изучают миграцию населения (2010–2021 гг.) // Изв. РАН. Сер. геогр. 2022. Т. 86. № 3. С. 353–373.
<https://doi.org/10.31857/S2587556622030074>
- Левинсон А.Г. Текущее и недвижимое в московской периферии // Археология периферии. М.: МУФ, 2013. С. 315–342.
- Манакон А.Г. Динамика этнической мозаичности территорий Северо-Западной России в 1897–2010 гг. // Региональные исследования. 2016. № 2 (52). С. 72–83.
- Махрова А.Г., Голубчиков О.Ю. Российский город в условиях капитализма: социальная трансформация внутригородского пространства // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. 2012. № 2. С. 26–31.
- Шекера Е.А. Дагестанская молодежь в Санкт-Петербурге: социальная карта расселения // Дискурс. 2020. № 6 (3). С. 94–108.
<https://doi.org/10.32603/2412-8562-2020-6-3-94-108>
- Эккель Б.М. Определение индекса мозаичности национального состава республик, краев и областей СССР // Советская этнография. 1976. № 2. С. 33–42.
- Allen J., Farber S., Greaves S., Clifton G., Wu H., Sarkar H., Levinson D. Immigrant settlement patterns, transit accessibility, and transit use // J. of Transport Geography. 2021. № 96. P. 103–187.
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103187>
- Arbaci S., Malheiros J. De-segregation, peripheralisation and the social exclusion of immigrants: Southern European cities in the 1990s // J. of Ethnic and Migration Studies. 2010. № 36 (2). P. 227–255.
- Bajardi P., Delfino M., Panisson A., Petri G., Tizzoni M. Unveiling Patterns of International Communities in a Global City Using Mobile Phone Data // Data Science. 2015. Vol. 4. P. 1–17.
- Benassi F., Bonifazi C., Heins F., Lipizzi F., Strozza S. Comparing Residential Segregation of Migrant Populations in Selected European Urban and Metropolitan Areas // Spatial Demography. 2020. Vol. 8. P. 269–290.
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s40980-020-00064-5/figures/1>
- Bertoli S., Ozden C., Packard M. Segregation and internal mobility of Syrian refugees in Turkey: Evidence from mobile phone data // J. of Development Economics. 2021. Vol. 152. P. 1–17.
<https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2021.102704>
- Bolt G., Phillips D., Van Kempen R. Housing Policy. (De) segregation and Social Mixing // An International Perspective. 2010. Vol. 25. № 2. P. 129–135.
<https://doi.org/10.1080/02673030903564838>
- Catney G. The complex geographies of ethnic residential segregation: Using spatial and local measures to explore scale-dependency and spatial relationships // Transactions of the Institute of British Geographers. 2018. Vol. 43. № 1. P. 137–152.
<https://doi.org/10.1111/tran.12209>
- Demintseva E. Labour Migrants in Post-Soviet Moscow: Patterns of Settlement // J. of Ethnic and Migration Studies. 2017. Vol. 43. № 15. P. 2556–2572.
<https://doi.org/10.1080/1369183X.2017.1294053>
- Gladwell M. The Tipping Point. How Little Things Can Make a Big Difference. NY: Little, Brawn and Co., 2002. 202 p.
- Järv O., Masso A., Silm S., Ahas R. The Link Between Ethnic Segregation and Socio-Economic Status: An ActivitySpaceApproach // Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie. 2020. Vol. 112. № 3. P. 1–17.
<https://doi.org/10.1111/tesg.12465>
- Kashnitsky I., Gunko M. Spatial variation of in-migration to Moscow: Testing the effect of housing market // Cities. 2016. Vol. 59. P. 30–39.
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.05.025>
- Lai S., Erbach-Schoenberg E., Pezzulo C., Ruktanonchai N.W., Sorichetta A., Steele J., Li T., Dooley C.A., Tatem A.J. Exploring the use of mobile phone data for national migration statistics // Palgrave Communications. 2019. Vol. 5. № 1. P. 1–10.
<https://doi.org/10.1057/s41599-019-0242-9>
- Luca M., Barlacchi G., Oliver N., Lepri B. Leveraging mobile phone data for migration flows // Data Science for Migration and Mobility. Oxford: Oxford Univ. Press, 2022. P. 1–14.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2952911>
- Moya-Gomez B., Stepniak M., García-Palomares J.C., Frias-Martinez E., Gutierrez J. Exploring night and day socio-spatial segregation based on mobile phone data: The case of Medellín (Colombia) // Computers, Environment and Urban Systems. 2021. Vol. 89. P. 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2021.101675>
- Silm S., Ahas R. The temporal variation of ethnic segregation in a city: Evidence from a mobile phone use dataset // Social Science Research. 2014. Vol. 47. P. 30–43.

Foreign Migrants in the Moscow Agglomeration: Spatial and Temporal Analysis Based on Data from Mobile Operators

R. A. Babkin^{a, b, *}, A. G. Makhrova^{c, **}, and D. M. Medvednikova^{c, d, ***}

^a*Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia*

^b*Research Institute of Labor of the Ministry of Labor of Russia, Moscow, Russia*

^c*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

^d*The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia*

*e-mail: babkin_ra@mail.ru

**e-mail: almah@mail.ru

***e-mail: darina.medvednikova@yandex.ru

The article analyzes the modern ethnic landscape of the Moscow agglomeration on the basis of data from mobile operators. The estimation of the number of foreign migrants and its monthly dynamics from October 2021 to October 2022 is made. The main areas of residence of foreigners have been identified, the ethnic diversity of municipalities has been assessed, and the main types of settlement pattern of national-ethnic communities have been identified. The study showed that the total number of foreign migrants in the agglomeration reaches 1.8 million people or 9% of the total population, remaining almost unchanged in spite of events of 2022, including the special military operation. The share of foreigners is minimal in ZATO (below 3%), it is also insignificant in the far suburbs of Moscow and in expensive districts of the capital city. At the same time, the threshold of 17% (the so-called “boiling point”, reflecting a sharp increase in the risks of interethnic conflicts and ghettoization of urban space) was overcome by 8 municipalities in the agglomeration. The two most noticeable areas of increased concentration of foreign migrants are identified in the south-east at the junction of Moscow and Moscow region (Lublino – Kotelniki) and in New Moscow (Mosrentgen – Sosenskoye). The calculation of the Ekkel ethnic mosaic index confirmed the presence of pronounced interethnic contact zones here. Increased index values were also noted in most central and southwest districts of Moscow, which, with a smaller proportion of foreigners living, are associated with a high density of offices, diplomatic institutions and universities. Three types of settlement patterns of national-ethnic groups of migrants, determined by the adaptive capabilities of ethnic communities, were revealed. Diffuse and relatively uniform settlement pattern is characteristic for both the most massive ethnic groups (citizens of Tajikistan, Uzbekistan and Kyrgyzstan) and the most culturally close to the local population (citizens of Ukraine and Belarus). Concentric settlement pattern (in residential areas of Moscow and satellite cities) is typical for relatively large ethnic groups coming from post-Soviet countries (citizens of Azerbaijan, Armenia, Georgia). The local settlement pattern is typical for small ethnic communities that gravitate to specific districts of the capital city.

Keywords: mobile operators’ data, Moscow, Moscow region, foreigners, migrants, settlement pattern

REFERENCES

- Allen J., Farber S., Greaves S., Clifton G., Wu H., Sarkar H., Levinson D. Immigrant settlement patterns, transit accessibility, and transit use. *J. Transp. Geogr.*, 2021, no. 96, pp. 103–187.
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103187>
- Andreeva A.S., Ivanova N.S., Varshaver E.A. Does Kotelniki qualify as an ethnic and migrant enclave? A case-study of residents’ ethnic and migration origins in Kotelniki, a Moscow satellite city. *Gorod. Issled. Pract.*, 2020, no. 5, pp. 54–72. (In Russ.).
- Arbaci S., Malheiros J. De-segregation, peripheralisation and the social exclusion of immigrants: Southern European cities in the 1990s. *J. Ethn. Migr. Stud.*, 2010, vol. 36, no. 2, pp. 227–255.
- Avdashkin A.A. “Chinese” market in the space of a Russian city (the case of Chelyabinsk). *Vestn. Arkh. Antrop. Etnogr.*, 2020, no. 2, pp. 147–156. (In Russ.).
- Axenov K.E. Social segregation of private activity spaces in posttransformational metropolis (by the example of Saint-Petersburg). *Izv. RGO*, 2009, vol. 141, no. 1, pp. 9–20. (In Russ.).
- Bajardi P., Delfino M., Panisson A., Petri G., Tizzoni M. Unveiling patterns of international communities in a global city using mobile phone data. *Data Sci.*, 2015, no. 4, pp. 1–17.
- Baranova V.V., Fedorova K.S. (In)visibility and (non)existence: Labor migrants and the St. Petersburg linguistic landscape. *Gorod. Issled. Pract.*, 2017, vol. 2, no. 1, pp. 103–121. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17323/usp212017103-121>
- Benassi F., Bonifazi C., Heins F., Lipizzi F., Strozza S. Comparing residential segregation of migrant populations in selected European urban and metropolitan areas. *Spat. Demogr.*, 2020, vol. 8, pp. 269–290.
<https://doi.org/10.1007/s40980-020-00064-5>

- Bertoli S., Ozden C., Packard M. Segregation and internal mobility of Syrian refugees in Turkey: Evidence from mobile phone data. *J. Dev. Econ.*, 2021, vol. 152, pp. 1–17.
<https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2021.102704>
- Bolt G., Phillips D., Van Kempen R. Housing policy. (De)segregation and social mixing. *Hous. Stud.*, 2010, vol. 25, no. 2, pp. 129–135.
<https://doi.org/10.1080/02673030903564838>
- Catney G. The complex geographies of ethnic residential segregation: Using spatial and local measures to explore scale-dependency and spatial relationships. *Trans. Inst. Br. Geogr.*, 2018, vol. 43, no. 1, pp. 137–152.
<https://doi.org/10.1111/tran.12209>
- Demintseva E. Labour migrants in post-Soviet Moscow: Patterns of settlement. *J. Ethn. Migr. Stud.*, 2017, vol. 43, no. 15, pp. 2556–2572.
<https://doi.org/10.1080/1369183X.2017.1294053>
- Ekkel' B.M. Calculation of a mosaic index for the ethnic composition of republics, krais, and oblasts of the USSR. *Sov. Sociol.*, 1979, vol. 18, no. 1, pp. 47–63. (In Russ.).
- Ermakova M.A., Varshaver E.A., Ivanova N.S. Features of settlement and integration of migrants in Moscow and the Moscow Region. *Vestn. RUDN, Ser.: Sociol.*, 2020, vol. 20, no. 2, pp. 363–381. (In Russ.).
<https://doi.org/10.22363/2313-2272-2020-20-2-363-381>
- Erokhina E.A. Interethnic communities: the problem of attribution. *Sibir. Philosoph. Zh.*, 2017, vol. 15, no. 4, pp. 173–182. (In Russ.).
- Gladwell M. *The tipping point. How little things can make a big difference*. New York: Little, Brawn and Co., 2002.
- Järv O., Masso A., Silm S., Ahas R. The link between ethnic segregation and socio-economic status: An activity space approach. *Tijdschr. Econ. Soc. Geogr.*, 2020, vol. 112, no. 3, pp. 1–17.
<https://doi.org/10.1111/tesg.12465>
- Karachurina L.B., Mkrtchyan N.V., Savoskul M.S. New data and traditional approaches: How Russian geographers study population migration (2010–2021). *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2022, vol. 86, no. 3, pp. 353–373. (In Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S2587556622030074>
- Kashnitsky I., Gunko M. Spatial variation of in-migration to Moscow: Testing the effect of housing market. *Cities*, 2016, no. 59, pp. 30–39.
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.05.025>
- Lai S., Erbach-Schoenberg E., Pezzulo C., Ruktanonchai N.W., Sorichetta A., Steele J., Li T., Dooley C.A., Tatem A.J. Exploring the use of mobile phone data for national migration statistics. *Palgrave Commun.*, 2019, vol. 5, no. 1, pp. 1–10.
<https://doi.org/10.1057/s41599-019-0242-9>
- Levinson A.G. Fluid and immobile in the Moscow periphery. In *Arkheologiya periferii* [Archaeology of the Periphery]. Grigoryan Yu., Ed. Moscow: MUF Publ., 2013, pp. 315–342. (In Russ.).
- Luca M., Barlacchi G., Oliver N., Lepri B. Leveraging mobile phone data for migration flows. In *Data Science for Migration and Mobility*. Korkmaz E.E., Salah A.A., Eds. Oxford: Oxford Univ. Press, 2022, pp. 1–14.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2952911>
- Makhrova A.G., Golubchikov O.Yu. Russian town under capitalism: Social transformation of intraurban space. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2012, no. 2, pp. 26–31. (In Russ.).
- Manakov A.G. Dynamics of ethnic fractionalization of territories in North-West Russia in 1897–2010. *Reg. Issled.*, 2016, no. 2, pp. 72–83. (In Russ.).
- Moya-Gomez B., Stepniak M., García-Palomares J.C., Frias-Martinez E., Gutierrez J. Exploring night and day socio-spatial segregation based on mobile phone data: The case of Medellín (Colombia). *Comput. Environ. Urban Syst.*, 2021, no. 89, pp. 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.compenurbsys.2021.101675>
- Shekera E.A. Dagestan youth in Saint Petersburg: Social map of resettlement. *Diskurs*, 2020, vol. 6, no. 3, pp. 94–108. (In Russ.).
<https://doi.org/10.32603/2412-8562-2020-6-3-94-108>
- Silm S., Ahas R. The temporal variation of ethnic segregation in a city: Evidence from a mobile phone use dataset. *Soc. Sci. Res.*, 2014, no. 47, pp. 30–43.
- Varshaver E.E., Rocheva A.L., Ivanova N.S. Factors and mechanisms of the formation of migrant residential concentration areas around markets. *Monitor. Obsch. Mnen.: Econ. Soc. Peremeny*, 2021, no. 5, pp. 425–449. (In Russ.).
<https://doi.org/10.14515/monitoring.2021.5.1939>
- Varshaver E.E., Rocheva A.L., Ivanova N.S., Andreeva A.S. Migrants' settlement patterns in global cities and their determinants: Paris, Singapore, Sydney, and Moscow. Part I. *Monitor. Obsch. Mnen.: Econ. Soc. Peremeny*, 2019, no. 6, pp. 479–504. (In Russ.).
<https://doi.org/10.14515/monitoring.2019.6.25>
- Varshaver E.E., Rocheva A.L., Ivanova N.S., Andreeva A.S. Migrants' settlement patterns in global cities and their determinants: Paris, Singapore, Sydney, and Moscow. Part II. *Monitor. Obsch. Mnen.: Econ. Soc. Peremeny*, 2020, no. 2, pp. 457–485. (In Russ.).
<https://doi.org/10.14515/monitoring.2020.2.1640>
- Varshaver E.E., Rocheva A.L., Ivanova N.S., Ermakova M.V. Residential concentrations of migrants in Russian cities: Is there a pattern? *Sociol. Obozr.*, 2020, vol. 19, no. 2, pp. 225–253. (In Russ.).
- Vendina O.I. Cultural diversity and “side effects” of ethno-cultural policy in Moscow. In *Immigranty v Moskve* [Immigrants in Moscow]. Zaionchkovskaya Zh.A., Ed. Moscow: Tri kvadrata Publ., 2009, pp. 45–148. (In Russ.).
- Vendina O.I. Migrants in Moscow: is ethnic segregation threatening the Russian capital? In *Migratsionnaya situatsiya v regionakh Rossii. Vyp. 3* [The Migration Situation in the Regions of Russia. Vol. 3]. Moscow: Tsentr Migratsionnykh Issledovaniy, 2005. 88 p. (In Russ.).
- Vendina O.I., Panin A.N., Tikunov V.S. Social space of Moscow: Peculiarities and patterns. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2019, no. 6, pp. 3–17. (In Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S2587-5566201963-17>

ГЕОГРАФИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СЕТЕЙ БОЛЬШОГО ЮГА РОССИИ

© 2024 А. С. Михайлов^{1, 2, 3, *}, А. А. Михайлова³, Д. В. Хвалей³

¹Институт географии РАН, Москва, Россия

²Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

³Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

*e-mail: mikhailov.andrey@yahoo.com

Поступила в редакцию 26.07.2023 г.

После доработки 18.02.2024 г.

Принята к публикации 14.03.2024 г.

Классические труды в области географии научно-исследовательской и инновационной активности 1960–1970-х годов по кластеризации и диффузии инноваций в XXI в. получили новый импульс развития с подходом открытых инноваций и ростом значимости межрегиональной сетевой коллаборации. Цифровизация дала доступ к новым источникам больших данных о движениях ключевых элементов экономики знания, включая публикации — формализованный результат научной деятельности. Цель статьи — выявить центр-периферийные исследовательские связи одного из крупнейших макрорегионов Европейской России — Большого Юга. Решалась задача по оценке территориальных закономерностей формирования межрегиональных исследовательских сетей с выделением центров тяготения различного порядка и связей между ними на местном и национальном уровнях. Основу исследования составил метод пространственной наукометрии. Использованы геокодированные данные о публикациях из библиографической базы Scopus. Подвергнуты верификации гипотезы о “москвоцентричности” и “питероцентричности” научного пространства макрорегиона. Оценено влияние фактора географической близости и разнообразия межрегиональных связей. По результатам анализа выявлена значительная кооперация в научно-исследовательской сфере между регионами Большого Юга России. Нашла подтверждение гипотеза о наличии в макрорегионе нескольких центров притяжения научной активности, среди которых Ростовская область, Краснодарский край и Волгоградская область. Подтверждена гипотеза о взаимозависимости уровня публикационной активности и разветвленности исследовательской сети. Влияние фактора территориальной близости в формировании кооперационных связей невысоко и нашло проявление преимущественно в южнороссийских субъектах со сравнительно невысокими показателями научной продуктивности (в первую очередь в национальных республиках). Межрегиональная научная кооперация передовых регионов не ограничивается непосредственной географической близостью, она обусловлена сочетанием нетерриториальных факторов. “Москвоцентричность” регионов Большого Юга характерна для большинства южных субъектов РФ и особенно сильно проявляется в регионах с низким внутренним научным потенциалом, а также в новых регионах, проходивших период трансформации научных систем.

Ключевые слова: география науки, география инноваций, пространственная наукометрия, исследовательская сеть, научные связи, публикационная активность, Юг России

DOI: 10.31857/S2587556624020023, EDN: DTJKGQ

ВВЕДЕНИЕ

В мировой науке инновационное развитие как регионов, так и отдельных хозяйствующих субъектов принято рассматривать через призму понятий близости и концентрации, что естественным образом вносит географическую проблематику в исследования инноваций. В отечественной науке данные вопросы первоначально рассматривались в рамках концепции экономико-географического положения (ЭГП)

через введение дополнительных измерений — “многомерное ЭГП” (Замятина, Пилясов, 2017). Интерес научного сообщества к изучению территориальных закономерностей инновационных процессов и активный рост числа тематических публикаций привел к формированию самостоятельного направления общественной географии — географии творчества и инноваций, а рост значимости нового знания как ресурса инновационной экономики и специфики его распространения в пространстве — к выделению

географии знания и науки (Алисов, 1993; Беляев, Мойсбургер, 2011). Современные работы в данной области направлены не только на осмысление классических подходов к генерации и диффузии знания и инноваций как результата их коммерциализации и внедрения, но и на разработку альтернативных подходов. Это предполагает научный поиск новых комбинаций внутренних ресурсов, внешних связей и траекторий развития.

Инновационная деятельность и научно-исследовательская деятельность, как ее важнейшая составляющая, тесно связаны с тем локальным контекстом, в котором они реализуются, включая особенности национальной инновационной системы и местной социально-экономической среды (Френц, Ламберт, 2008). Инновации выступают результатом эффективного использования “территориального капитала” (Михайлов и др., 2020; Camagni, 2017) и креативного освоения географического пространства и сопровождаются размещением различных элементов инновационной системы (включая организации, занятые в исследованиях и разработках) в определенных границах — от городского района или конкретной инновационной инфраструктуры (Adler et al., 2019) до городских агломераций сопредельных регионов (van den Broek et al., 2019) и макрорегиональных пространств (Пилясов, Клименко, 2011). Специфика и уникальность инновационной деятельности способствуют разнообразию территориальных форм ее организации в различных масштабах: это кластеры, региональные системы инноваций, индустриальные районы, новые промышленные пространства, технологические районы, креативные города, регионы обучения, города знания и др. Образование подобных локализованных форм сопровождается концентрацией ресурсов, необходимых для инновационной деятельности, и созданием соответствующих институтов. Это обуславливает неравномерность научно-инновационного пространства, формируя его “рельеф”.

Возрастает роль не только “вершин” — центров научной и инновационной активности, но и географически рассеянных сетевых связей, способных обеспечить диффузию потоков научных знаний, технологий и инноваций как между ними, так и на периферию. Все больше исследователей приходят к выводу, что небольшие инновационные узлы могут обеспечивать эффективное производство инноваций и даже превосходить крупные центры по уровню эффективности (Вольчик и др., 2021). Так, в работе (Корепанов, 2019) при оценке уровня наукоемкости субъектов РФ, рассчитываемой как соотношение численности персонала, занятого в НИОКР¹, к общей численности занятых в экономике, вы-

явлено, что группа регионов с низкими значениями этого показателя имела продуктивность труда исследователей (а именно количество полученных патентов на изобретения и созданных передовых производственных технологий на 1000 исследователей) в 2–3 раза выше, нежели регионы с высокими показателями наукоемкости.

Участие в исследовательских и инновационных сетях и формирование из них новых комбинаций [гибридных “глокальных” форм взаимодействия (Bathelt et al., 2004; De Noni et al., 2018)] — необходимое условие эффективности инновационных процессов на современном этапе. В научной литературе большое внимание уделяется эффектам перелива знания и инноваций через определенные географические, институциональные и организационные границы (Feldman and Avnimelech, 2011). В ряде исследований показано, что распространение знаний, особенно некодифицированных, территориально обусловлено, не превышает 300 км от региона-новатора (Bottazzi and Peri, 2003) и зависит от конкретной институциональной структуры региона, в которую встроены организации (Mosconi and D’Ingiullo, 2023). В то же время интеграция в глобальные сети оказывает положительное влияние на инновации, позволяя получить доступ к удаленным источникам знаний, и способствует местному экономическому росту (Lorentzen, 2008; Morrison et al., 2013). Наиболее сильный эффект перелива знаний достигается при интенсификации взаимодействий между инновационными системами, в которых знания были накоплены преимущественно обособленно (Платонов и др., 2015).

Пространственный подход к изучению инноваций позволяет рассматривать инновационный процесс (научно-исследовательская и опытно-конструкторская деятельность учитывается нами в качестве его этапов) не только как результат взаимодействия отдельных стейкхолдеров, но и в качестве движущего фактора региональной социально-экономической динамики. Территориальные различия между регионами определяют сравнительные преимущества ведения в них инновационной деятельности, тем самым задавая траекторию их долгосрочного развития. Ряд географических исследований (Cooke et al., 2011; Tödtling and Trippl, 2013) показывает, что интеллектуальный капитал, научно-исследовательская и инновационная активность тяготеют к крупным городам, которые обеспечивают наиболее благоприятные условия для их реализации. С течением времени передовые центры компетенций, сформировавшиеся на ранней стадии развития национальных инновационных систем, продолжают укреплять свои ведущие

¹ НИОКР — научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

позиции, демонстрируя, так называемый, “эффект колеи” (Gonçalves et al., 2019). В результате усиливается неоднородность научно-инновационного пространства, что становится вызовом для развития уже периферийных регионов. Это справедливо и для России. Согласно результатам исследования (Zemtsov and Kotsemir, 2019), большую роль в эффективности региональной инновационной системы играет запас знаний: лучшие инновационные показатели у российских регионов с накопленным научным и культурным потенциалом (Москва, Санкт-Петербург, Казань, Томск, Самара).

Целая серия исследований отечественных экономико-географов посвящена оценке межрегиональной неоднородности российского национального инновационного пространства. В статье (Бабурин, Земцов, 2013) авторы, изучая территориальные закономерности в распределении патентной активности, пришли к выводу, что для России выделяются четыре устойчивых креативных ядра (Москва и Санкт-Петербург — в европейской части; Томск и Новосибирск — в азиатской части). На юге основным агломерационным центром, который сформировался еще в советский период и имел сравнительно высокие показатели изобретательской активности, выступает Ростов-на-Дону. Несмотря на снижение плотности патентного поля в 1989–2010 гг. он продолжает выполнять креативные функции. В (Земцов и др., 2015) дана индикативная оценка инновационного потенциала российских регионов. Отмечена сильная географическая концентрация инновационного потенциала в национальном масштабе. Локализация инновационных циклов в первую очередь затрагивает крупнейшие агломерации, выступающие как научными, так и промышленными центрами России.

Для российских регионов вследствие их существенной дифференциации по уровню развития значимым стимулом изобретательской и инновационной активности является наличие устойчивых межрегиональных кооперационных связей. Исследование факторов патентной активности (Бабурин, Земцов, 2016) показало, что основное благоприятное воздействие оказывают четыре из них: рост инвестиций в человеческий капитал, увеличение объема затрат на ориентированные на практику исследования и разработки, накопление знаний и компетенций, их переток между регионами в результате формирования исследовательских сетей. Отмечается, что эффективность перетока знаний между российскими агломерациями, несмотря на большие географические расстояния, обусловлена существенным уровнем концентрации изобретательской ак-

тивности. На основе эконометрических расчетов делается вывод о наличии в национальной инновационной системе России нескольких межрегиональных инновационных кластеров, в которых наблюдается синхронный рост патентной активности.

В данном исследовании сделан фокус на изучении в макрорегиональном контексте центр-периферийных научно-исследовательских связей географически близких регионов. Цель статьи — выявить центр-периферийные исследовательские связи одного из крупнейших макрорегионов России — Большого Юга. В работе решалась задача по оценке территориальных закономерностей формирования межрегиональных исследовательских сетей с выделением центров тяготения различного порядка и связей между ними на местном и национальном уровнях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом изучения выступил Большой Юг Европейской России, к которому отнесен 21 субъект РФ, из которых 15 — непосредственно к Югу России (Ростовская, Волгоградская, Астраханская области; Краснодарский и Ставропольский края; Республики Адыгея, Калмыкия, Крым, Дагестан, Чеченская, Ингушетия, Северная Осетия — Алания, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская; город Севастополь) и 6 — к сопредельному субрегиону (Воронежская, Белгородская, Курская, Липецкая, Орловская, Тамбовская области)².

Для изучения территориальных закономерностей формирования межрегиональных исследовательских коллабораций данный макрорегион представляет значительных интерес. Во-первых, последние несколько десятилетий в общественно-географических исследованиях складывается представление о Большом Российском Юге, как о региональной целостности, формируемой межрегиональным единством (Дружинин, 1999, 2014, 2023). Изменение геополитической обстановки в 2022 г. обусловило рост актуальности изучения этого макрорегиона и его включенности в более широкий пространственный контекст политических, социально-экономических, инновационных и культурно-исторических процессов. Во-вторых, регионы Юга европейской части России обладают высоким социально-экономическим потенциалом, обусловленным как выгодным экономико-географическим положением (Краснодарский край), так и благоприятными природными и институциональными условиями

² Делимитация границ “Юга России” и “Большого Юга России” для целей данного исследования проведена на основе подхода А.Г. Дружинина [см. (Дружинин, 2014, 2023)].

(Белгородская, Воронежская области, Краснодарский край), что способствует активной кластеризации промышленности (в первую очередь в аграрном секторе — Астраханская, Белгородская, Воронежская, Курская области, Краснодарский и Ставропольский края) и развитию научных связей (Ростовская агломерация) (Земцов, Смеров, 2018). В-третьих, Европейский Юг, омываемый водами Азовского, Черного и Каспийского морей, играет значительную роль во внешнеэкономических связях России (в первую очередь с Турцией) (Дружинин, Реднова, 2015). А морская проблематика выступает спланивающим фактором, стимулирующим укрепление межрегиональной кооперации, в том числе в научной сфере.

В ходе исследования были подвергнуты проверке следующие гипотезы:

Г1: регионы Большого Юга России вне макрорегиона наиболее сильно связаны с доминирующими в национальном масштабе научными центрами (т.е. оценивалась “москвоцентричность” и/или “питероцентричность” научного пространства макрорегиона); Г2: научное пространство Большого Юга России представлено несколькими связанными между собой центрами тяготения, которые образуют каркас его научной системы; Г3: наиболее тесные научные связи внутри макрорегиона имеют географически близкие регионы; Г4: разнообразие межрегиональных научных связей положительно сказывается на научной продуктивности региона.

Традиционная количественная оценка научно-исследовательской динамики на уровне регионов сопряжена с измерением показателей, характеризующих следующие аспекты (Гарин, 2018; Вольчик и др., 2021): выполнение НИОКР (расходы на НИОКР, объем выполненных и заказанных НИОКР, количество научных организаций и др.); публикационная активность (количество и структура публикаций, метрики цитирования, сети авторов и др.); патентная активность (количество поданных патентных заявок и выданных патентов, типы патентов и др.); человеческий капитал (число занятых в НИОКР, уровень образованности населения и др.).

Показатель затрат на НИОКР характеризует научно-инновационную деятельность и связан с патентной активностью, числом инноваций и кластеризацией промышленности (Канева, Унтура, 2018). Показатели публикационной активности, как правило, используются для отражения функционирования инновационной системы (Вольчик и др., 2021), общей интенсивности научного процесса (Гарин, 2018) и оценки научной результативности конкретных организаций, коллективов и авторов (Паникарова и др., 2016). Патентная активность рассматривается в контексте ее влияния на экономику как результирующий индикатор научного процесса

и потенциала накопления знаний (Земцов и др., 2016). Для России отмечается прямая корреляционная связь между количеством публикаций и затратами на НИОКР, в то время как для заявок на изобретения такой зависимости не выявлено (Корепапов, 2019).

Основу методического инструментария данного исследования составил наукометрический анализ публикационной активности организаций, реализующих научно-исследовательскую деятельность и расположенных в субъектах РФ. Ключевой объект исследования — объем научных публикаций региона, выполненных самостоятельно или в соавторстве с представителями организаций других регионов Большого Юга России, Москвы и Санкт-Петербурга. Источник данных — международная реферативная база Scopus. На первом этапе сформирована база библиометрических данных, покрывающих временной период с 2017 по 2022 г.

При поиске научных публикаций критически важным было учесть территориальный аспект распределения научно-исследовательской активности. С этой целью был составлен поисковый запрос по городам каждого из регионов. Последующий алгоритм поиска включал идентификацию ключевых научно-исследовательских центров, наиболее активно реализующих НИОКР международного уровня. Профили организаций были использованы в качестве дополнительного параметра поиска в строке запроса (оператор поиска *AF-ID*). В перечень вошли ведущие вузы и институты РАН, а также компании, музеи, технопарки и т.д. Например, АО “Южморгеология” — одно из ведущих научно-производственных подразделений АО “Росгеология”, Военный инновационный технополис “ЭРА”, Анапский археологический музей, расположенные в Краснодарском крае.

В общую выборку вошло более 200 организаций из различных секторов производства знаний. Основной вклад в публикационную активность принадлежит университетам, с которыми аффилированно около 63% всех публикаций выборки. Лидирующие позиции у Южного (8.1 тыс. публикаций) и Северо-Кавказского (2.1 тыс.) федеральных университетов, Донского (4.8 тыс.) и Волгоградского (2.6 тыс.) государственных технических университетов, Волгоградского государственного университета (1.9 тыс.).

На втором месте — организации, входящие в систему РАН. Их доля в публикациях выборки — около 18%. По количеству публикаций следует выделить — Южный научный центр РАН (1.3 тыс.), Морской гидрофизический институт РАН (0.8 тыс.), Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН (0.8 тыс.), Дагестанский научный центр РАН (0.8 тыс.),

Специальную астрофизическую обсерваторию РАН (0.7 тыс.).

Еще около 15% проанализированных публикаций аффилированно с организациями, подведомственными Минздраву РФ, включая медицинские университеты [Волгоградский (1.4 тыс.); Ростовский (1.2 тыс.); Кубанский (1.1 тыс.); Воронежский (0.8 тыс.); Курский (0.7 тыс.); Ставропольский (0.7 тыс.) и др.] и больницы (например, краевая больница № 1 им. Очаповского в Краснодаре, у которой 111 публикаций, или Ростовская областная клиническая больница с 83 публикациями).

Лишь в 2.4% публикаций выборки принимали участие корпоративные авторы, представляющие компании (ООО, ЗАО, ОАО, АО, ПАО) Большого Юга России. Например, 111 публикаций аффилировано с АО “Информационные спутниковые системы им. академика М.Ф. Решетнёва” (Железнодорожный, Красноярский край); 32 – с концерном “Созвездие” (Воронеж).

Итоговая строка запроса в Scopus сформирована следующим образом (пример Краснодарского края): *AFFILCOUNTRY(russia*) AND AFFILCITY (Krasnodar OR Anapa OR Armavir OR Belorechensk OR Gelendzhik OR Korenovsk OR Kropotkin) OR AF-ID (“Kuban State University” 60020189) OR AF-ID (“Kuban State Agrarian University” 60005163) OR AF-ID (“Kuban State Technological University” 60069628) OR AF-ID (“Kuban State Medical Academy” 60023815) OR AF-ID (“Krasnodar Lukyanenko Research Institute of Agriculture” 60096211) OR AF-ID (“Anapa Archaeological Museum” 115019297) OR AF-ID (“Armavir State Pedagogical University” 60088555) OR AF-ID (“Yuzhmorgeologiya” 112916196) OR AF-ID (“Admiral Ushakov Maritime State University” 60113190) OR AF-ID (“Sirius University of Science and Technology” 60194528) OR AF-ID (“Sochi State University” 60104455) OR AF-ID (“Scientific Research Institute of Medical Primatology” 60110545) OR AF-ID (“Military Innovative Technopolis “ERA”» 126571925) OR AF-ID (“Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine” 60171137) AND PUBYEAR > 2016 AND PUBYEAR < 2023.*

Всего для регионов Большого Юга отобрано 66830 документов, в том числе 47467 – для Юга России. Все публикации представлены в разрезе субъектов РФ. Доля макрорегиона в системе научных публикаций России в рассматриваемом периоде составила 9.7%, из которых на Юг России приходился 71% публикаций.

На втором этапе проведена оценка научной связанности субъектов Большого Юга России на основе расчета удельного веса совместных публикаций (для всех пар регионов) в их общем объеме по каждому региону. В качестве описательного метода соотношения общественно-географических объектов использована метафора

рельефа (Замятина, 2006). Это позволило через физические понятия “высоты–низменности” и “близости–удаленности” представить неоднородность научного пространства Большого Юга России на основе анализа публикационной активности как формализованного количественно измеримого показателя результативности научно-исследовательской деятельности.

На третьем этапе подвергнуты проверке выдвинутые в начале исследования гипотезы и предложена в общем виде теоретическая модель современной исследовательской сети Большого Юга России.

В качестве ограничений исследования можно выделить, во-первых, дискуссионный характер отнесения субъектов в состав Большого Юга России. Решение данной проблемы потребовало от авторов провести анализ научной литературы с различными (широкими и более узкими) подходами к делимитации границ макрорегиона, а также консультацию со специалистом. Во-вторых, доминирование университетов в объемах публикационной активности, что может говорить о менее прикладном характере регистрируемых исследований. В-третьих, остается дискуссионным вопрос использования международных наукометрических баз данных в регистрации и оценке научно-исследовательской активности российских регионов. В-четвертых, анализ данных о публикационной активности не позволяет оценить уровень коммерциализации полученного нового знания.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка публикационного потенциала и географии межрегиональных исследовательских связей позволила расширить представления о рельефе современного научно-инновационного пространства Большого Юга России. Лидером по исследовательской активности в южнороссийском макрорегионе выступает Ростовская область, на которую приходится 26% всех публикаций, проиндексированных в 2017–2022 гг. в базе Scopus. “Научные вершины” второго порядка – два региона непосредственно Юга России (Краснодарский край и Волгоградская область) и сопредельная в макрорегиональном контексте Воронежская область, каждая из которых занимает долю в общем объеме проанализированных научных публикаций на уровне 11%. При этом Воронежская область, характеризуясь наибольшим вкладом в публикационную активность Большого Юга России среди пяти других сопредельных регионов, также выступает самостоятельным полюсом роста научного пространства в границах малого субрегиона вне основного Юга России (табл. 1).

В южнороссийском макрорегионе сформировалась разветвленная сеть из сильных и слабых исследовательских связей (рис. 1). Ростовская область выступает не только лидером по публикационной активности, как отмечено выше, но и ключевым центром тяготения в научном пространстве Большого Юга России, имея исследовательские связи со всеми 20 его регионами. По показателю доли статей, выполненных в соавторстве, наибольший вес Ростовская область занимает в структуре публикационных связей республик Северной Осетии – Алании (15.6%), Ингушетии (15.3%), Чечни (8.2%), Ставропольского (9.1%) и Краснодарского (7.6%) краев, Астраханской области (7.7%). Еще

три южных региона (Краснодарский край, Волгоградская область, Чеченская Республика) также характеризуются широкой включенностью в исследовательскую сеть макрорегиона, однако количество сильных научных связей, на которые приходится свыше 6% совместных публикаций, значительно ниже. Для Краснодарского края – это Республика Адыгея (17%) и Ставропольский край (7.3%); для Волгоградской области – это Ставропольский край (8.6%); для Чеченской Республики – это Республика Ингушетия (16.8%).

Следует отметить наличие тесного научного сотрудничества между географически близкими регионами, такими как, например, Краснодарский край и Республика Адыгея; Республики

Таблица 1. Распределение научных публикаций из регионов Большого Юга России в журналах, индексируемых в международной реферативной базе Scopus, 2017–2022 гг.

Субъект РФ	ЭГП	Публикации, ед.	Доля от общего числа публикаций, %		Ранг	
			БЮР	ЮР	БЮР	ЮР
Ростовская область	ЮР	17375	26.0	36.6	1	1
Воронежская область	БЮР	7476	11.2	—	2	—
Краснодарский край	ЮР	7210	10.8	15.2	3	2
Волгоградская область	ЮР	7112	10.6	15.0	4	3
Белгородская область	БЮР	5481	8.2	—	5	—
Ставропольский край	ЮР	4183	6.3	8.8	6	4
Курская область	БЮР	3038	4.5	—	7	—
Севастополь	ЮР	2948	4.4	6.2	8	5
Республика Дагестан	ЮР	2260	3.4	4.8	9	6
Тамбовская область	БЮР	2207	3.3	—	10	—
Республика Крым	ЮР	2139	3.2	4.5	11	7
Кабардино-Балкарская Республика	ЮР	1808	2.7	3.8	12	8
Орловская область	БЮР	1765	2.6	—	13	—
Республика Северная Осетия – Алания	ЮР	1561	2.3	3.3	14	9
Астраханская область	ЮР	1432	2.1	3.0	15	10
Липецкая область	БЮР	1423	2.1	—	16	—
Чеченская Республика	ЮР	1129	1.7	2.4	17	11
Карачаево-Черкесская Республика	ЮР	1004	1.5	2.1	18	12
Республика Калмыкия	ЮР	706	1.1	1.5	19	13
Республика Адыгея	ЮР	578	0.9	1.2	20	14
Республика Ингушетия	ЮР	137	0.2	0.3	21	15
Всего	—	66830	100.0	100.0	—	—

Примечание. ЭГП – экономико-географическое положение, БЮР – Большой Юг России, ЮР – Юг России. Составлено авторами.

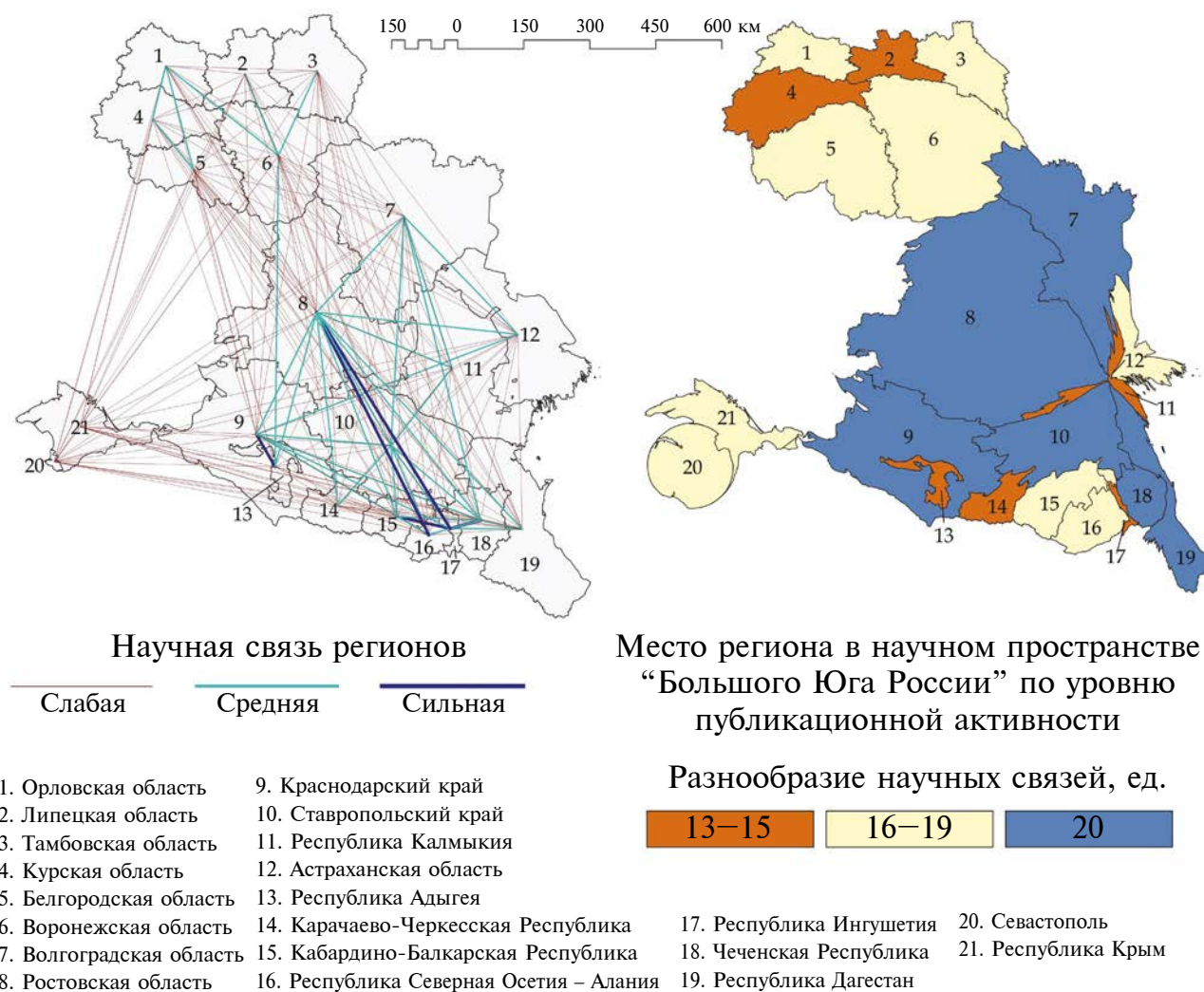


Рис. 1. Исследовательские сети Большого Юга России, 2017–2022 гг.

Примечание. Научная связь сильная – более 6%, средняя – от 1 до 6%, слабая – менее 1% совместных публикаций в общем объеме публикаций региона.

Составлено авторами.

Чечня, Ингушетия, Дагестан, Кабардино-Балкария. Они (за исключением Краснодарского края) не имеют высоких показателей публикационной активности, однако территориальная общность способствует установлению кооперационных связей. Географическая близость в качестве положительного фактора для научного сотрудничества может быть определена и для северных регионов Большого Юга России, центром тяготения которых служит Воронежская область.

В наименьшей степени вовлеченными в широкую географию научного сотрудничества в 2017–2022 гг. оказались республики Адыгея, Ингушетия, Калмыкия и Липецкая область, у которых отсутствуют совместные публикации с пятью и более регионами Большого Юга России. Еще у пяти регионов (Астраханская и Тамбовская области, республики Крым и Карачаево-Черкесия, Севастополь) наряду с от-

меченными выше субъектами РФ в структуре связей отсутствуют регионы с долей совместных публикаций выше 3% (рис. 2).

Рисунок 3 показывает степень интегрированности научной системы Большого Юга России через анализ публикационной связанности регионов непосредственно Юга России и сопредельных им, которые рассматриваются нами как отдельный субрегион. Количественная оценка разнообразия географии исследовательских связей внутри макрорегиона позволила выделить пять типов регионов по уровню вовлеченности в территориально обусловленное научное сотрудничество, выраженное в научных публикациях:

I тип – есть связи с некоторыми сопредельными регионами и большинством регионов Юга России (республики Калмыкия, Ингушетия, Адыгея, Карачаево-Черкесия);

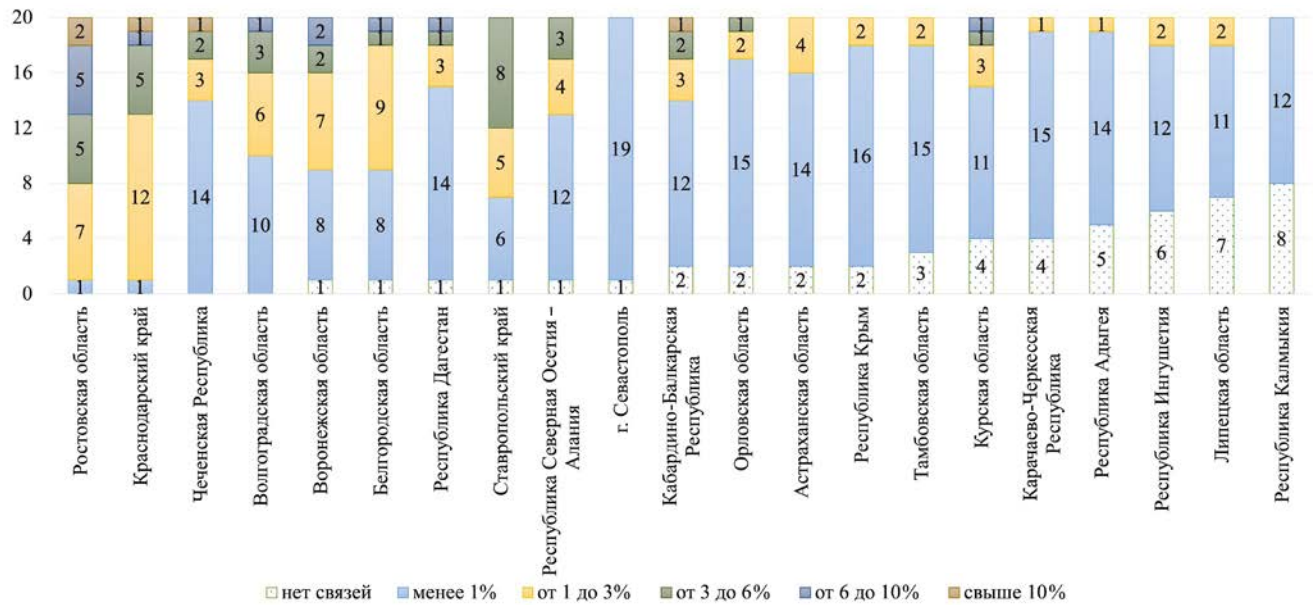


Рис. 2. Распределение межрегиональных исследовательских связей Большого Юга России по величине (выражена в доле совместных публикаций между регионами), ед.
Составлено авторами.

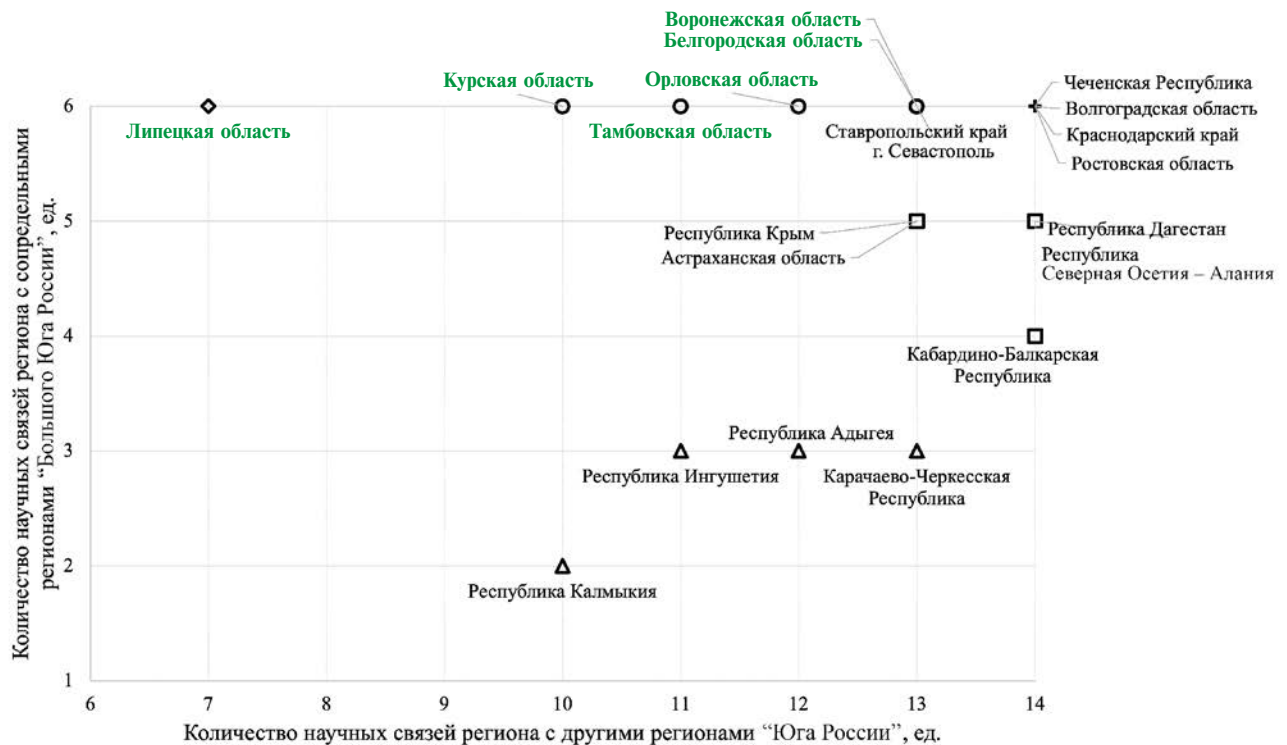


Рис. 3. Распределение регионов Большого Юга России по разнообразию исследовательских связей внутри макрорегиона, 2017–2022 гг.

Примечание. Форма пунсона показывает принадлежность региона к одной из пяти групп: треугольник – I тип; квадрат – II тип; ромб – III тип; круг – IV тип; крест – V тип. Зеленым шрифтом выделены сопредельные регионы, не относящиеся к Югу России.

Составлено авторами.

Регион	Краснодарский край	Ставропольский край	Волгоградская область	Астраханская область	Республика Адыгея	Республика Калмыкия	Республика Крым	г. Севастополь	Республика Дагестан	Чеченская Республика	Республика Ингушетия	Республика Северная Осетия – Алания	Кабардино-Балкарская Республика	Карачаево-Черкесская Республика	Воронежская область	Белгородская область	Курская область	Липецкая область	Орловская область	Тамбовская область
Ростовская область	4.5	6.9	3.0	7.0	6.2	3.0	2.3	0.9	3.5	7.7	15.2	14.2	4.5	4.5	1.0	0.7	1.1	0.8	1.4	1.2
Краснодарский край	–	3.1	0	2.5	15.6	1.0	1.7	0.6	0.9	4.7	3.6	2.5	1.4	1.5	–0.1	0.5	1.0	0.7	1.1	1.4
Ставропольский край		–	–3.5	1.5	1.0	3.4	0.5	–0.2	0.7	3.0	4.2	1.9		3.4	–0.5	–0.3	0.2	0.3	0.4	0.3
Волгоградская область			–	4.0	1.9	5.1	0.5	0.3	0.8	2.8	0.7	1.2	0.4	0.8	0	0.2	0.8	0.6	0.4	0.4
Астраханская область				–	0.9	0.9	–0.2	–0.2	–0.4	0.3	0	–0.1	–0.1	0	–0.9	–0.6	–0.1	0	–0.1	–0.2
Республика Адыгея					–	0	–1.6	–0.3	–0.3	–0.5	0	–1.9	–1.3	–0.2	–8.4	–0.3	0	0	–0.6	0
Республика Калмыкия						–	0.0	–0.2	–0.1	–0.2	0	–0.1	–0.3	–0.1	–0.1	0	0	0	–0.1	0
Республика Крым							–	–0.3	0	0.4	1.4	0.1	0	0.3	–0.7	–0.5	–0.2	0	0	0
г. Севастополь								–	0.1	0.3	0.7	0.1	0.1	0	–0.6	–0.4	0	0	0.1	0
Республика Дагестан									–	2.0	6.2	0.5	0.5	0.3	–0.6	–0.6	–0.1	0	0	0
Чеченская Республика										–	14.8	–1.3	–2.2	0.1	–0.6	–1.1	–0.4	0	–0.1	–0.2
Республика Ингушетия											–	–4.0	–25.6	–0.6	0	–2.1	0	0	–2.0	–0.7
Республика Северная Осетия – Алания												–	–0.8	0.1	–1.5	–0.8	–0.2	0	0	0
Кабардино-Балкарская Республика													–	0.4	–0.2	–0.6	–0.1	0	0	0
Карачаево-Черкесская Республика														–	–0.1	–0.6	0	0	0	–0.2
Воронежская область															–	0.8	1.7	6.4	2.7	4.1
Белгородская область																–	3.2	1.0	2.9	0.8
Курская область																	–	0.8	2.5	0.4
Липецкая область																		–	–0.1	–0.9
Орловская область																			–	–0.1
Тамбовская область																				–

Рис. 4. “Рельеф” научного пространства Большого Юга России по анализу научных публикаций, 2017–2022 гг.

Примечание. Цветом отмечено соотношение между регионами по вкладу в общий объем публикаций друг друга (абсолютное отклонение указано в %): зеленые ячейки – регион (по горизонтали) имеет большую долю в структуре публикаций региона (по вертикали); желтые ячейки – регионы (по горизонтали и вертикали) занимают сходную долю в структуре публикаций друг друга; оранжевые ячейки – регион (по горизонтали) имеет меньшую долю в структуре публикаций региона (по вертикали).

Составлено авторами.

II тип – есть связи с большинством сопредельных регионов и практически всеми регионами Юга России (республики Крым, Кабардино-Балкария, Дагестан, Северная Осетия – Алания, Астраханская область);

III тип – есть связи со всеми сопредельными регионами и половиной регионов Юга России (Липецкая область);

IV тип – есть связи со всеми сопредельными регионами и большинством регионов Юга России (Курская, Тамбовская, Орловская, Воронежская, Белгородская области, Ставропольский край, Севастополь);

V тип – есть связи со всеми сопредельными регионами и регионами Юга России (Ростовская, Волгоградская области, Краснодарский край, Чеченская Республика).

Рисунок 4 дает представление о “рельефе” научного пространства Большого Юга России

в 2017–2022 гг. через соотношение между регионами по вкладу каждого из них в объем научных публикаций другого. Следует отметить, что “сопредельные” регионы имеют доминирующую позицию в структуре научных исследований большинства регионов Юга России за исключением наиболее крупных центров тяготения – Ростовской и Волгоградской областей, Краснодарского и Ставропольского краев. В наименьшей степени оказывают влияние на другие южнороссийские регионы Липецкая и Тамбовская области. В наиболее зависимой позиции находятся республики Адыгея, Калмыкия, Ингушетия, Северная Осетия – Алания, Кабардино-Балкарская и Карачаево-Черкесская, они образуют периферию научного пространства Большого Юга России.

Расчет парной корреляции между публикационной активностью и географическим разнобразием исследовательской сети регионов

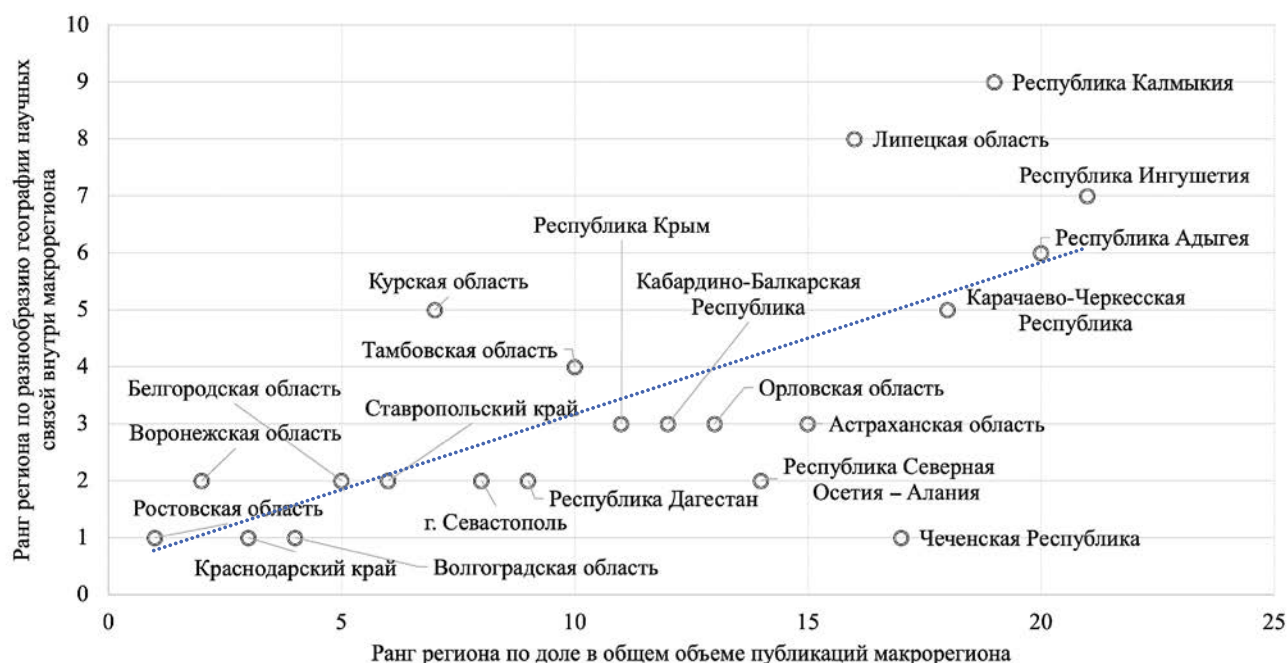


Рис. 5. Распределение регионов Большого Юга России по разнообразию научных связей и объему публикаций, 2017–2022 гг.

Примечание. Значение ранга 1 указывает на лучшее значение данного показателя для региона относительно других.

Составлено авторами.

Большого Юга России указывает на наличие положительной зависимости для этих показателей (0.695) (рис. 5). Можно предположить, что, с одной стороны, более широкий охват исследовательских связей внутри макрорегиона способствует активизации научной деятельности, приросту нового научного знания и генерации большего числа публикаций внутри самого региона. С другой стороны, регионы с более крупными системами производства знания притягивают к себе более мелкие системы посредством каналов перетока, перелива научных знаний и перераспределения интеллектуальных, кадровых, финансовых и иных ресурсов. Это согласуется с результатами ранее проведенных исследований. Например, в (Trippl et al., 2009) показано, что разнообразие источников знаний и механизмов их передачи положительно связано со степенью радикальности инновации. В (Tödtling et al., 2012) на примере сектора информационно-коммуникационных технологий определено, что разнообразие региональных и международных источников знаний – ключевой фактор инноваций.

По соотношению вклада в общий объем научных публикаций макрорегиона и включенности в научную макрорегиональную сеть могут быть выделены четыре группы регионов Большого Юга России с уровнем развития:

- высоким – Ростовская область, Краснодарский край, Волгоградская область, Воронежская

область, Белгородская область, Ставропольский край;

- выше среднего – Севастополь, Республика Дагестан, Тамбовская область, Курская область;

- средним – Республика Крым, Кабардино-Балкарская Республика, Орловская область, Астраханская область, Республика Северная Осетия – Алания, Чеченская Республика;

- низким – Карачаево-Черкесская Республика, Республика Адыгея, Республика Ингушетия, Липецкая область, Республика Калмыкия.

Рисунок 6 демонстрирует степень деформации научного пространства Большого Юга России под влиянием крупнейших национальных научных центров – Москвы и Санкт-Петербурга, а также его сфокусированность на локальную проблематику, что нашло отражение в публикационной активности.

Наиболее сильная ориентированность на исследовательские связи внутри макрорегиона у регионов с наименее высокими показателями публикационной активности (республики Ингушетия, Адыгея, Чечня и Северная Осетия – Алания), у которых доля совместных публикаций с другими южными субъектами РФ в 2017–2022 гг. достигала 65.7, 37.4, 37.2 и 34.4% соответственно. Для этих регионов также характерна выраженная “москвоцентричность”, что объясняется их небольшим внутренним научным потенциалом и потребностью в кооперации с более сильными центрами компетенций.

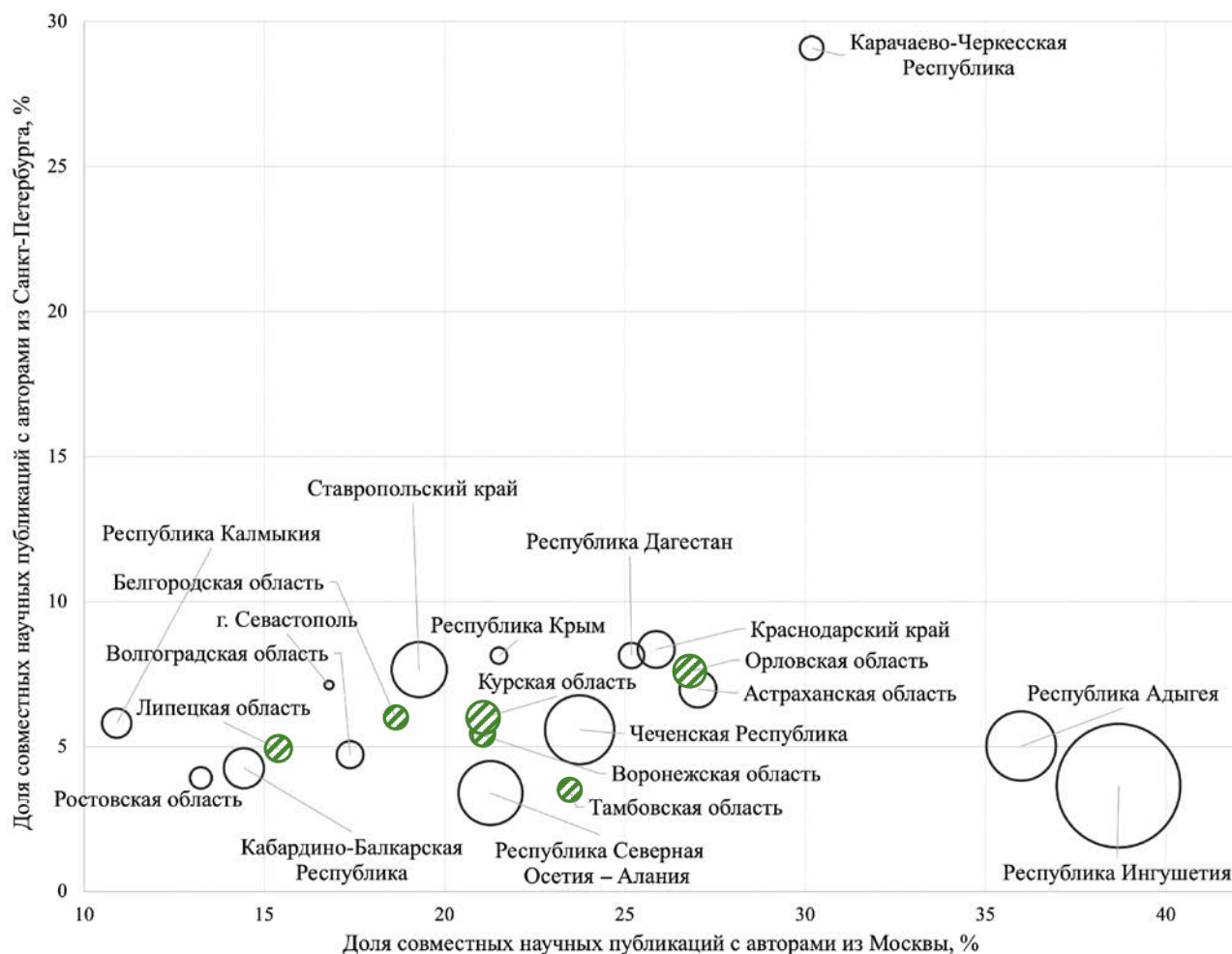


Рис. 6. “Москвоцентричность”, “питероцентричность” и “югоцентричность” научного пространства Большого Юга России по результатам анализа научных публикаций, 2017–2022 гг.

Примечание. Размер пунсона соответствует доле совместных публикаций авторов из данного региона с авторами из остальных регионов Большого Юга России, выраженной в %. Зеленые пунсоны со штриховкой соответствуют сопредельным регионам Большого Юга России.

Составлено авторами.

В наименьшей степени смещение в сторону взаимодействия с другими регионами Большого Юга России отмечено у двух новых регионов РФ — Республики Крым и Севастополя, имеющих долю таких совместных публикаций менее 10%. Это может указывать на сохранение определенного уровня обособленности научных систем этих регионов и их ориентацию на связи с наиболее крупными научными центрами страны. Доля публикаций, выполненных совместно с учеными из Москвы и/или Санкт-Петербурга, у данных регионов в три раза выше, нежели аналогичная в отношении южнороссийских субъектов.

Регионы, выступающие основными центрами притяжения в научном пространстве макрорегиона, — это в первую очередь Ростовская и Воронежская области, а также Волгоградская область и Краснодарский край, они в большей

степени самодостаточны в научном плане. При этом для Ростовской и Волгоградской областей доля публикаций, выполненных совместно с учеными из Москвы, сопоставима с аналогичной для регионов Большого Юга России — 13.2 и 12.3%; 17.4 и 15.1% соответственно. А у Краснодарского края и Воронежской области тяготение к Москве выражено сильнее: 25.9 против 20.3%; 21.1 против 12.2%.

В целом для регионов Большого Юга России характерна большая “москвоцентричность” нежели “питероцентричность”. Это нашло отражение в соотношении удельных весов совместных научных публикаций, которое колебалось по регионам от 2 до 11 раз с доминированием Москвы. Лишь у Карачаево-Черкесской Республики, доля публикаций, выполненных с учеными из Москвы, была сопоставима с аналогичной для Санкт-Петербурга: 30.2 и 29.1%.

ВЫВОДЫ

Проведена оценка территориальной организации исследовательской сети в пределах Большого Юга России. На основе анализа массива наукометрических данных за 2017–2022 гг. прослежены научные связи между непосредственно южными регионами, сопредельными им (Воронежская, Белгородская, Курская, Липецкая, Орловская, Тамбовская области) и крупнейшими национальными научными центрами – Москвой и Санкт-Петербургом. Выявлена высокая степень научной связанности регионов Большого Юга России, измеренная величиной совместных публикаций в научных журналах, как формализованного результата коллективных исследований.

Нашла подтверждение гипотеза о наличии в макрорегионе нескольких центров притяжения научной активности, которые образуют каркас его системы производства нового научного знания. В первую очередь – это Ростовская область с крупнейшей на юге страны Ростовской агломерацией, аккумулирующей значительный объем интеллектуальных, кадровых, инвестиционных и иных ресурсов. На регион приходится четверть всех публикаций Большого Юга и треть – Юга России. “Научный хребет” Большого Юга дополняют соседние для Ростовской области “вершины” – Краснодарский край и Волгоградская область, имеющие несколько меньшие показатели публикационной активности (по 10% от всех публикаций Большого Юга и 15% – Юга России), однако характеризующиеся высокой степенью интеграции в макрорегиональное исследовательское пространство. Отдельно следует отметить Воронежскую область, которая также выступает центром тяготения научно-исследовательской активности для соседних регионов, однако не относится непосредственно к Югу России. Ее вклад в совокупный объем публикаций Большого Юга сопоставим с Краснодарским краем и Волгоградской областью – 11.2%.

Получила подтверждение гипотеза о положительной зависимости между количеством межрегиональных исследовательских связей внутри макрорегиона и вкладом этого региона в общий объем научных публикаций. Регионы с более высоким уровнем включенности в научное пространство Большого Юга России лидировали также и по выпуску научной продукции. При этом гипотеза о том, что наиболее тесные научные связи внутри макрорегиона имеют географически близкие регионы, нашла лишь частичное подтверждение. Фактор территориальной близости усиливает научные связи в отношении южнороссийских субъектов со сравнительно невысокими показателями научной продуктивности, в первую очередь – национальных республик. У развитых в научном плане

регионов тесные связи могут обуславливаться нетерриториальными факторами, предположительно такими, как тематическое единство, комплементарные компетенции, наличие необходимого оборудования и опыта проведения научно-исследовательских работ и т.д.

“Москвоцентричность” характерна для большинства южных субъектов РФ, особенно имеющих невысокие показатели публикаций, и новых субъектов, проходивших период трансформации научных систем. Наиболее крупные научные центры макрорегиона также сохраняют тесные исследовательские связи с Москвой и Санкт-Петербургом.

Можно резюмировать, что метод пространственной наукометрии может использоваться в географии знания с точки зрения анализа сетевой структуры, функциональной связанности и локализации организаций, вовлеченных в процессы производства нового знания и генерации инноваций. Расширение доступности и разнообразия метаданных публикаций в результате цифровизации привело к появлению новых источников географических данных, которые можно атрибутировать к типам организаций, предметным направлениям исследований, формам научно-исследовательской кооперации.

Дальнейшие усилия следует сосредоточить на сопоставлении данных о публикационной активности со статистикой инноваций, патентной активности и сведениями о НИОКР. Также необходима оценка возможностей применения отечественной системы eLibrary.ru в пространственной наукометрии, в том числе требует решения практическая задача по экспорту данных о публикациях через API (Application Programming Interface).

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках реализации государственного задания ИГ РАН № AAAA-A19-119022190170-1 (FMGE-2019-0008).

FUNDING

The research was supported by State Assignment of the Institute of Geography RAS no. AAAA-A19-119022190170-1 (FMGE-2019-0008).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алисов Н.В. География мировой науки // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. 1993. № 6. С. 7–16.
- Бабурин В.Л., Земцов С.П. География инновационных процессов в России // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. 2013. № 5. С. 25–32.
- Бабурин В.Л., Земцов С.П. Факторы патентной активности в регионах России // Мир экономики и управления. 2016. № 16 (1). С. 86–100.

- Беляев Д.О., Мойсбургер П. География знания как одно из передовых направлений современной географической науки // Изв. РАН. Сер. геогр. 2011. № 2. С. 7–16.
- Вольчик В.В., Маслюкова Е.В., Пантеева С.А. Исследование подходов к моделированию национальных инновационных систем // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. № 14 (5). С. 135–150.
<https://doi.org/10.15838/esc.2021.5.77.8>
- Гарин Е.В. Основные факторы влияния на показатели уровня развития науки, образования, инновационной экономики // Вестн. Российского фонда фундаментальных исследований. 2018. № 3 (99). С. 100–112.
<https://doi.org/10.22204/2410-4639-2018-099-03-100-112>
- Горбанёв В.А., Кочуров Б.И. Проблемы территориального районирования России: национальные и международные аспекты // Вестн. МГИМО Ун-та. 2018. Т. 61. № 4. С. 23–54.
<https://doi.org/10.24833/2071-8160-2018-4-61-23-54>
- Дружинин А.Г. Юг России: понятийно-терминологическая концепция и территориальные реалии // Научная мысль Кавказа. 1999. № 3. С. 56–64.
- Дружинин А.Г. Юг России в меняющемся геостратегическом контексте: важнейшие структурные компоненты и тренды (взгляд географа-обществоведа) // Научная мысль Кавказа. 2014. № 3 (79). С. 58–66.
- Дружинин А.Г. Актуальные проблемы систематизации и унификации географической терминологии в исследованиях южнороссийского регионогенеза // Научная мысль Кавказа. 2023. № 1 (113). С. 5–15.
- Дружинин А.Г., Реднова И.Ф. Позиционирование регионов Юга России во взаимодействии России и Турции: внешнеторговый аспект // Южно-российский форум: экономика, социология, политология, социально-экономическая география. 2015. № 2 (11). С. 39–47.
- Замятина Н.Ю. Образный рельеф России (по материалам официальных сайтов субъектов РФ) // Вестн. Евразии. 2006. № 2. С. 5–24.
- Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н. Концепция близости: зарубежный опыт и перспективы применения в России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2017. № 3. С. 8–21.
<https://doi.org/10.7868/S037324441703001X>
- Земцов С.П., Бабуринов В.Л., Баранова В.А. Как измерить неизмеримое? Оценка инновационного потенциала регионов России // Креативная экономика. 2015. № 9 (1). С. 35–52.
<https://doi.org/10.18334/ce.9.1.79>
- Земцов С.П., Баранова В.А., Мурадов А.К. Факторы региональной инновационной активности: анализ теоретических и эмпирических исследований // Инновации. 2016. № 5 (211). С. 64–73.
- Земцов С.П., Смелов Ю.А. Факторы регионального развития в России: география, человеческий капитал или политика регионов // Журн. Новой экономической ассоциации. 2018. Т. 40. № 4. С. 84–108.
<https://doi.org/10.31737/2221-2264-2018-40-4-4>
- Канева М.А., Унтура Г.А. Эволюция теорий и эмпирических моделей взаимосвязи экономического роста, науки и инноваций (Ч. 2) // Мир экономики и управления. 2018. № 18 (1). С. 5–17.
<https://doi.org/10.25205/2542-0429-2018-18-1-5-17>
- Корепанов Е.Н. Парадоксы в науке и инновациях // Вестн. Ин-та экономики РАН. 2019. № 1. С. 47–56.
<https://doi.org/10.24411/2073-6487-2019-10003>
- Михайлов А.С., Михайлова А.А., Хвалец Д.В. Разумный подход к развитию территориального капитала города: адаптивная политика с использованием географии знания // Вестн. Балтийского фед. ун-та им. И. Канта. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2020. № 2. С. 38–52.
- Паникарова С.В., Власов М.В., Кузнецов П.Д. Оценка научной результативности университетов: институциональный подход // Университетское управление: практика и анализ. 2016. № 5 (105). С. 80–89.
<https://doi.org/10.15826/umj.2016.105.046>
- Пилясов А.Н., Клименко Н.А. Балтийский макрорегион: географические макроструктуры, специфика коммуникации, инновационный потенциал // Балтийский регион. 2011. № 3. С. 71–87.
<https://doi.org/10.5922/2074-9848-2011-3-8>
- Платонов В.В., Статовская Е.Ю., Статовский Д.А. Локализация инновационных процессов: за пределами концепции географической близости // Инновации. 2015. № 7 (201). С. 76–79.
- Френц М., Ламберт Р. Открытые и закрытые инновации: сравнительный анализ национальных практик // Форсайт. 2019. № 2 (3). С. 16–31.
- Adler P., Florida R., King K., Mellander C. The city and high-tech startups: The spatial organization of Schumpeterian entrepreneurship // Cities. 2019. Vol. 87. P. 121–130.
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.12.013>
- Bathelt H., Malmberg A., Maskell P. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation // Progress in Human Geography. 2004. Vol. 28. № 1. P. 31–56.
<https://doi.org/10.1191/0309132504ph469oa>
- Bottazzi L., Peri G. Innovation and spillovers in regions: Evidence from European patent data // European Economic Rev. 2003. Vol. 47. № 4. P. 687–710.
[https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(02\)00307-0](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(02)00307-0)
- Camagni R. Territorial capital, competitiveness and regional development. In: Handbook of regions and competitiveness / R. Huggins, P. Thompson (Eds.). Cheltenham: Edward Elgar Publ., 2017. P. 232–244.
<https://doi.org/10.4337/9781783475018.00016>
- Cooke P., Asheim B., Boschma R., Martin R., Schwartz D., Tödtling F. Handbook of regional innovation and growth. Cheltenham: Edward Elgar Publ., 2011. 648 p.
<https://doi.org/10.4337/9780857931504>
- De Noni I., Orsi L., Belussi F. The role of collaborative networks in supporting the innovation performances of lagging-behind European regions // Res. Policy. 2018. Vol. 47. № 1. P. 1–13.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.09.006>

- Feldman M.P., Avnimelech G. Knowledge spillovers and the geography of innovation – revisited: A 20 years' perspective on the field on geography of innovation. In: Handbook of research on innovation and entrepreneurship / D.B. Audretsch, O. Falck, S. Heblich, A. Lederer (Eds.). Cheltenham: Edward Elgar Publ., 2011. P. 150–160. <https://doi.org/10.4337/9781849807760.00020>
- Gonçalves E., de Matos C.M., de Araújo I.F. Path-dependent dynamics and technological spillovers in the Brazilian regions // Applied Spatial Analysis and Policy. 2019. Vol. 12. № 3. P. 605–629. <https://doi.org/10.1007/s12061-018-9259-5>
- Lorentzen A. Knowledge networks in local and global space // Entrepreneurship & Regional Development. 2008. Vol. 20. № 6. P. 533–545. <https://doi.org/10.1080/08985620802462124>
- Morrison A., Rabellotti R., Zirulia L. When do global pipelines enhance the diffusion of knowledge in clusters? // Economic Geography. 2013. Vol. 89. № 1. P. 77–96. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2012.01167.x>
- Mosconi F., D'Ingiullo D. Institutional quality and innovation: evidence from Emilia-Romagna // Economics of Innovation and New Technology. 2023. Vol. 32. № 2. P. 165–197. <https://doi.org/10.1080/10438599.2021.1893140>
- Tödtling F., Grillitsch M., Höglinger C. Knowledge sourcing and innovation in Austrian ICT companies – how does geography matter? // Industry and Innovation. 2012. Vol. 19. № 4. P. 327–348. <https://doi.org/10.1080/13662716.2012.694678>
- Tödtling F., Tripl M. Innovation and knowledge links in metropolitan regions: The case of Vienna. In: Metropolitan Regions. Advances in Spatial Science / J. Klaesson, B. Johansson, C. Karlsson (Eds.). Berlin, Heidelberg: Springer, 2013. P. 451–472. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32141-2_19
- Tripl M., Tödtling F., Lengauer L. Knowledge sourcing beyond buzz and pipelines: evidence from the Vienna software sector // Economic Geography. 2009. Vol. 85. № 4. P. 443–462. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2009.01047.x>
- van den Broek J., Benneworth P., Rutten R. Institutionalization of cross-border regional innovation systems: The role of university institutional entrepreneurs // Regional Studies, Regional Science. 2019. Vol. 6. № 1. P. 55–69. <https://doi.org/10.1080/21681376.2018.1562367>
- Zemtsov S., Kotsemir M. An assessment of regional innovation system efficiency in Russia: the application of the DEA approach // Scientometrics. 2019. Vol. 120. № 2. P. 375–404.

Geography of Research Networks in the Big South of Russia

A. S. Mikhaylov^{a, b, c, *}, A. A. Mikhaylova^c, and D. V. Hvalec^c

^a*Institute of Geography RAS, Moscow, Russia*

^b*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia*

^c*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

^{*}*e-mail: mikhailov.andrey@yahoo.com*

The geography of research and innovation activity is a traditional topic of research in human geography. Classical studies of the clustering and diffusion of innovation in the 1960s and 70s received a new impetus in the 21st century with the understanding of the openness of innovation and the importance of interregional collaborative networks. Digitalization has played an important role, providing access to new sources of large geocoded data on the movement of key elements of the knowledge economy, including publications as a formalized outcome of scientific activity. The purpose of the article is to identify the center-periphery research ties of one of the largest macroregions of Russia – the Big South of Russia. The aim was to assess the territorial patterns of interregional research networks with the identification of gravity poles and interconnections at the local and national levels. The study uses the method of spatial scientometrics. Geocoded data on publications from the Scopus bibliographic database were used. In the course of the study the hypotheses of “Moscow-centricity” and “St. Petersburg-centricity” of the knowledge domain of the macroregion are tested, the influence of the factor of geographical proximity and the role of the diversity of interregional ties are evaluated, and the “heights-lowlands” of the landscape are revealed. The results of the research have shown a high degree of connectivity between the regions of the Big South of Russia in the research area. The hypothesis about the presence of several centers of gravity of scientific activity in the macroregion was confirmed. First of all, the peaks of the “scientific ridge” of the Big South form Rostov oblast with the largest urban agglomeration in the south of the country, the Rostov urban agglomeration, as well as the Krasnodar krai and Volgograd oblast. The hypothesis of the existence of several centers of scientific activity in the macroregion was confirmed. The influence of the factor of territorial proximity in the formation of research ties is not high and is manifested mainly in the southern Russian regions with relatively low indicators of research output (primarily, it is typical for national republics). Interregional research cooperation between advanced regions is not limited to immediate geographical proximity but is due to a combination of non-territorial factors. The “Moscow-centricity” of the scientific agenda of the regions of the Big South of Russia is true for most of the southern regions of the Russian Federation, which

is particularly pronounced in regions with low internal scientific potential and in new regions undergoing a period of transformation of their scientific systems.

Keywords: geography of knowledge, geography of innovation, spatial scientometrics, scientometric analysis, research network, publication activity, scientific potential, innovative development, South of Russia, Big South of Russia

REFERENCES

- Alisov N.V. Geography of world science. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 1993, no. 6, pp. 7–16. (In Russ.).
- Adler P., Florida R., King K., Mellander C. The city and high-tech startups: The spatial organization of Schumpeterian entrepreneurship. *Cities*, 2019, no. 87, pp. 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.12.013>
- Baburin V.L., Zemtsov S.P. Geography of innovation processes in Russia. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2013, no. 5, pp. 25–32. (In Russ.).
- Baburin V.L., Zemtsov S.P. Factors of patent activity in Russian regions. *Mir Econ. Upravl.*, 2016, vol. 16, no. 1, pp. 86–100. (In Russ.).
- Bathelt H., Malmberg A., Maskell P. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Prog. Hum. Geogr.*, 2004, vol. 28, no. 1, pp. 31–56. <https://doi.org/10.1191/0309132504ph469oa>
- Belyaev D.O., Moisburg P. Geography of knowledge as one of the leading trends of modern geographical science. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2011, no. 2, pp. 7–16. (In Russ.).
- Bottazzi L., Peri G. Innovation and spillovers in regions: Evidence from European patent data. *Eur. Econ. Rev.*, 2003, vol. 47, no. 4, pp. 687–710. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(02\)00307-0](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(02)00307-0)
- Camagni R. Territorial capital, competitiveness and regional development. In *Handbook of regions and competitiveness*. Huggins R., Thompson P., Eds. Cheltenham: Edward Elgar Publ., 2017, pp. 232–244. <https://doi.org/10.4337/9781783475018.00016>
- Cooke P., Asheim B., Boschma R., Martin R., Schwartz D., Tödtling F. *Handbook of regional innovation and growth*. Cheltenham: Edward Elgar Publ., 2011. 648 p. <https://doi.org/10.4337/9780857931504>
- De Noni I., Orsi L., Belussi F. The role of collaborative networks in supporting the innovation performances of lagging-behind European regions. *Res. Policy*, 2018, vol. 47, no. 1, pp. 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.09.006>
- Druzhinin A.G. South of Russia: notional-terminological conception. *Nauch. Mysl' Kavkaza*, 1999, no. 3, pp. 56–64. (In Russ.).
- Druzhinin A.G. South Russia in the changing geo-strategic context: major structural components and trends (socioeconomic geographer scientist view). *Nauch. Mysl' Kavkaza*, 2014, vol. 79, no. 3, pp. 58–66. (In Russ.).
- Druzhinin A.G. Actual problems of systematization and unification of geographical terminology in the research of south Russian regionogenesis. *Nauch. Mysl' Kavkaza*, 2023, vol. 113, no. 1, pp. 5–15. (In Russ.). <https://doi.org/10.18522/2072-0181-2023-113-5-15>
- Druzhinin A.G., Rednova I.F. Positioning of the regions of the South of Russia in the interaction between Russia and Turkey: foreign trade aspect. *Yuzh.-Ross. Forum: Ekon., Sotsiol., Politol., Sots.-Ekon. Geogr.*, 2015, vol. 11, no. 2, pp. 39–47. (In Russ.).
- Feldman M.P., Avnimelech G. Knowledge spillovers and the geography of innovation – revisited: A 20 years' perspective on the field on geography of innovation. In *Handbook of research on innovation and entrepreneurship*. Audretsch D.B., Falck O., Heblich S., Lederer A., Eds. Cheltenham: Edward Elgar Publ., 2011, pp. 150–160. <https://doi.org/10.4337/9781849807760.00020>
- Frenz M., Lambert R. Open and closed innovations: A comparative analysis of national practices. *Forsait*, 2008, vol. 2, no. 3, pp. 16–31. (In Russ.).
- Garin E.V. The main factors influencing the indicators of the development level of science, education, innovation economy. *Vestn. RGNF*, 2018, vol. 99, no. 3, pp. 100–112. (In Russ.). <https://doi.org/10.22204/2410-4639-2018-099-03-100-112>
- Gonçalves E., de Matos C.M., de Araújo I.F. Path-dependent dynamics and technological spillovers in the Brazilian regions. *Appl. Spat. Anal. Polic.*, 2019, vol. 12, no. 3, pp. 605–629. <https://doi.org/10.1007/s12061-018-9259-5>
- Gorbanyov V.A., Kochurov B.I. The problem of territorial zoning of the Russian federation: domestic and international aspects. *Vestn. MGIMO Univ.*, 2018, vol. 61, no. 4, pp. 23–54. (In Russ.). <https://doi.org/10.24833/2071-8160-2018-4-61-23-54>
- Kaneva M.A., Untura G.A. Evolution of theories and empirical models of a relationship between economic growth, science and innovations (part 2). *Mir Econ. Upravl.*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 5–17. (In Russ.). <https://doi.org/10.25205/2542-0429-2018-18-1-5-17>
- Korepanov E.N. Paradoxes in science and innovations. *Vestn. Inst. Ekon. RAN*, 2019, no. 1, pp. 47–56. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2073-6487-2019-10003>
- Lorentzen A. Knowledge networks in local and global space. *Entrep. Reg. Dev.*, 2008, vol. 20, no. 6, pp. 533–545. <https://doi.org/10.1080/08985620802462124>
- Mikhaylov A.S., Mikhaylova A.A., Hvalev D.V. Sustainable development of the city territorial capital: adaptive policy through the geography of knowledge. *Vestn.*

- Balt. Fed. Univ. Kanta, Ser.: Gum. Obshch. Nauki*, 2020, no. 2, pp. 38–52. (In Russ.).
- Morrison A., Rabellotti R., Zirulia L. When do global pipelines enhance the diffusion of knowledge in clusters? *Econ. Geogr.*, 2013, vol. 89, no. 1, pp. 77–96. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2012.01167.x>
- Mosconi F., D'Ingiullo D. Institutional quality and innovation: evidence from Emilia-Romagna. *Econ. Innov. New Tech.*, 2023, vol. 32, no. 2, pp. 165–197. <https://doi.org/10.1080/10438599.2021.1893140>
- Panikarova S.V., Vlasov M.V., Kusnetsov P.D. Assessment of scientific productivity of the universities: institutional approach. *Univ. Upravl.: Praktika Analiz*, 2016, no. 5, pp. 80–89. (In Russ.). <https://doi.org/10.15826/umj.2016.105.046>
- Pilyasov A.N., Klimenko N.A. The Baltic macroregion: geographical macrostructures, communication features, innovative potential. *Balt. Reg.*, 2011, no. 3, pp. 61–75. <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2011-3-8>
- Platonov V.V., Statovskaya E.Yu., Statovskiy D.A. Localization of innovation processes: beyond the concept of geographical proximity. *Innovations*, 2015, vol. 201, no. 7, pp. 76–79.
- Tödtling F., Grillitsch M., Höglinger C. Knowledge sourcing and innovation in Austrian ICT companies – how does geography matter? *Ind. Innov.*, 2012, vol. 19, no. 4, pp. 327–348. <https://doi.org/10.1080/13662716.2012.694678>
- Tödtling F., Tripl M. Innovation and knowledge links in metropolitan regions: The case of Vienna. In *Metropolitan Regions. Advances in Spatial Science*. Klaesson J., Johansson B., Karlsson C., Eds. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013, pp. 451–472. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32141-2_19
- Tripl M., Tödtling F., Lengauer L. Knowledge sourcing beyond buzz and pipelines: evidence from the Vienna software sector. *Econ. Geogr.*, 2009, vol. 85, no. 4, pp. 443–462. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2009.01047.x>
- van den Broek J., Benneworth P., Rutten R. Institutionalization of cross-border regional innovation systems: The role of university institutional entrepreneurs. *Reg. Stud. Reg. Sci.*, 2019, vol. 6, no. 1, pp. 55–69. <https://doi.org/10.1080/21681376.2018.1562367>
- Volchik W, Maslyukova E.V., Panteeva S.A. Investigating the approaches to national innovation systems modeling. *Econ. Sots. Perem.: Fakty, Tendents., Prognoz*, 2021, vol. 14, no. 5, pp. 135–150. (In Russ.). <https://doi.org/10.15838/esc.2021.5.77.8>
- Zamyatina N.Yu. Figurative relief of Russia (based on the materials of the official websites of the regions of the Russian Federation). *Vestn. Evrazii*, 2006, no. 2, pp. 5–24. (In Russ.).
- Zamyatina N.Y., Pilyasov A.N. Concept of proximity: Foreign experience and prospects of application in Russia. *Reg. Res. Russ.*, 2017, vol. 7, pp. 197–207. <https://doi.org/10.1134/S2079970517030108>
- Zemtsov S., Kotsemir M. An assessment of regional innovation system efficiency in Russia: the application of the DEA approach. *Scientometrics*, 2019, vol. 120, no. 2, pp. 375–404.
- Zemtsov S.P., Barinova V.A., Muradov A.K. What factors affect regional innovation activity? *Innovatsii*, 2016, vol. 211, no. 5, pp. 64–73. (In Russ.).
- Zemtsov S.P., Smelov Y.A. Factors of regional development in Russia: Geography, human capital and regional policies. *Zh. Novoi Ekon. Assots.*, 2018, vol. 40, no. 4, pp. 84–108. (In Russ.). <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2018-40-4-4>
- Zemtsov S.P., Baburin V.L., Barinova V.A. How to measure the immeasurable? Assessment of the innovation potential of Russian regions. *Kreativ. Ekon.*, 2015, vol. 9, no. 1, pp. 35–52. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/ce.9.1.79>

THE IMPACT OF GEOPOLITICAL PROCESSES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA ON URBAN DEVELOPMENT AND CULTURAL IDENTITY

© 2024 M. Mandić^{1,*} and D. Delić^{1,**}

¹University of Banja Luka, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

*e-mail: mira.mandic@pmf.unibl.org

**e-mail: dragica.delic@pmf.unibl.org

Поступила в редакцию 05.04.2020 г.

После доработки 07.02.2024 г.

Принята к публикации 14.03.2024 г.

The historical-geographical development of Bosnia and Herzegovina (B&H) in the area of the fusion of Western and Eastern Christian civilizations and the Orient resulted in ethnic and religious heterogeneity, occasional political crises and ethnic conflicts that shaped the cultural identity and character of the entire development. B&H was separated from the Yugoslav community in the conditions of the civil war. After the war in 1995, a complex administrative-territorial organization of the new state was established, based on the ethnic and religious affiliation of the population. At the same time, the transition of the socialist social system took place, as well as other geopolitical processes and social changes in the Western Balkans initiated by globalization. The paper focuses on cultural disintegration and changes in urban identity and development of cities through the analysis of the six largest urban centers as indicators of social changes in B&H. The results of the analysis suggest that there has been a cultural differentiation of society, which is reflected in changes in the ethnic and religious structure of the population and their spatial distribution. Economic stagnation and depopulation of urban centers, as a consequence of the civil war and social reforms, were confirmed by a comparative analysis of statistical indicators of economic and demographic development. Cultural changes were determined by relevant scientific methods and approaches: historical-geographical method, comparative analysis of statistics of demographic indicators and changes in spatial distribution, ethnic and religious structure of the population, and economic changes by analysis of employment in sectors of the economy. The scientific results of previously published papers devoted to some of the mentioned problems, primarily economic development and population dynamics in B&H and its large cities, were also taken into account. In this paper, social changes are observed through the cause-and-effect relationships of geopolitical and cultural processes (political, economic and cultural disintegration), social and economic reforms (ownership transition and deindustrialization) and their manifestations on cultural identity and the development of urban centers.

Keywords: Bosnia and Herzegovina, geopolitical processes, cultural identity, urban centers, economic development

DOI: 10.31857/S2587556624020035, **EDN:** DTGBBA

INTRODUCTION

Geographically, historically and culturally, B&H belongs to the West Balkans as part of Southeastern Europe. Under modern circumstances, “the Balkans is a cultural concept and Southeastern Europe is a geopolitical one” (Грчић, 2014, p. 813). The aforementioned area is characterized by geographical heterogeneity: physical-geographical, geopolitical, cultural-historical, socioeconomic, and a number of similar developmental problems (Живкович et al., 2018). Geopolitical instability, cultural opposition and economic underdevelopment of the West Balkan, in the context of contemporary center–periphery theory, define it as a developmental periph-

ery and problem area. At its center there is B&H (Живковић, 2020). Formed in the centuries-old border area of interest of the great powers and the collisions of civilizations B&H is a politically unstable area. The historical-geographical development conditioned the ethnic structure of the population, the cultural identity of the area and the overall developmental processes. In recent history, B&H has repeatedly been a space of political crises and war conflicts, accompanied by the confrontation between its peoples of Serbs, Croats and Muslims (Bosniaks), as representatives of different confessions and civilizations. Serbian geographer Jovan Cvijić considered B&H “the most important area for solving the Serbo-Croatian issue and the key to solving the prob-

lems and stability of the Balkans” (Џвијић, 1991, p. 171). B&H did not develop as an independent state. Only in the second half of the 20th century, B&H, as one of the six federal units within the Socialist Federal Republic of Yugoslavia (SFRY), experienced political, economic and cultural development.

In the SFRY, B&H represented a geographical center, an ethnic and cultural mosaic, the only federal unit in which no nation had an absolute majority. In economic terms, B&H represented the raw material base, the center of energy, heavy and extractive industries of the former Yugoslavia (Марић, 1991). Continuous economic development was manifested by dynamic relocation of population from rural areas to mining and industrial urban centers. Industrialization is the most significant factor of the urban development, modernization and cultural homogenization of society. In late 1980s, industry hired around 45% of the working population and exported to the worldwide market. Over 40% of the population lived in cities. Multiconfessionalism, multiculturalism and national tolerance characterized the society of that time. Economic and cultural development was interrupted in the 1990s when Yugoslavia disintegrated in the process of changing the political map of Europe and the social system in socialist countries (Šojić, 2004). Internal antagonisms and problems fueled by foreign political factors led to the secessionist aspirations of individual federal units and ethnos of SFRY. “B&H’s ethnic and religious heterogeneity compounded the issue of separating B&H from the Yugoslavian community, making it impossible to establish a common position” (Мандић, 2017, p. 582). An armed conflict began. The Civil War (1992–1995) resulted in the large-scale physical destruction. More than 1000 settlements were devastated (about 20%) of which 400 have never been restored (Konačni ..., 2017b; Попис ..., 2013). About 110000 people were killed in the Civil War. Spatial population displacement by ethnical principle included almost half of B&H’s population (around 2.2 mln inhabitants). About 1.2 mln people have sought protection in other countries around the world (Pašalić, 2012). The war ended with the local ethnic homogenization of the area on the basis of which the Dayton Peace Agreement defined the demarcation of conflicting parties and the internal territorial-administrative organization. Politically and administratively, B&H is organized as a state of two entities (Federation of B&H – 51% of the territory and the Republic of Srpska – 49% of the territory of B&H). The Federation of B&H is organized in 10 cantons, three with Croatian majority and seven with Muslim (ethnic Bosniaks) majority. The Republic of Srpska (RS) is divided into two parts by the territory of the Brčko District. “Ethnically and religiously heterogeneous Brčko District represents a potential model of Unitarian B&H, but also a neuralgic point” (Mandić, 2018, p. 92). The political status of certain ethnic groups in B&H is le-

gally defined differently. In the RS, the three most numerous peoples, Serbs, Bosniaks and Croats, are constitutional. In the Federation of B&H, only Croats and Muslims are constitutional. Spatial distribution of ethnic groups is the basis for the territorial-administrative organization on lower level: the delimitation of municipalities and the division of 290 settlements. New ethnically homogeneous settlements were founded to meet the needs of internally relocated population. The political system and territorial-administrative organization of B&H, opposing geopolitical and national interests and cultural differences “are a constant source of latent and open conflicts at different levels of government and spatial organization” (Гњато, 2017, p. 426). Part of the public represents an opinion that the model of the national interest protection based on the administrative-political organization of B&H needs to be restructured as it currently represents an obstacle to more stable relations (Kurtić and Omerbegović, 2001). These are the views represented by Bosniaks and they stand for a unitary B&H. Serbs and Croats advocate for the preservation of the entity as a guarantor of national rights. The political representatives of the Croatian people demand the formation of their own entity, which necessarily means a change in the internal territorial organization. The administrative-territorial organization of B&H reflects three cultural circles and the crisis of the unique B&H identity and development policies. At the end of the Civil War, the transition of the social system affecting the economy, employment, life standard, population growth and the urban system sustainability began. Disintegration of the space and the transition of the society of the Western Balkans resulted in negative consequences in all newly formed states (deindustrialization, decline in GDP and living standards, urban atrophy, emigration). In early 21st century, the industry in Serbia dropped to 1/3 of its pre-transition capacity. A similar process of deindustrialization is taking place in Croatia. Negative effects of social reforms were accounted for with poor preparedness of the transition, social and political deformations and poorly implemented privatization by the oligarchs. These effects primarily refer to deindustrialization, poor productivity, decreased employment rates and income (Šojić, 2004; Veselica and Vojnić, 2000). In B&H, these processes were preceded by the Civil War which resulted great destruction, demographic losses, migrations, political and cultural differentiation, and administrative-territorial reorganization (Мандић, 2017). Deindustrialization had a negative impact on the development of urban centers (Gekić and Bidžan-Gekić, 2019).

The aim of this paper is to determine the cultural and economic changes in the largest urban centers, which are the bearers of economic development and a unique identity of Bosnia and Herzegovina, that occurred as a result of the breakup of Yugoslavia, the

civil war and the transition of the social system. The analyzed cities (Sarajevo, Banja Luka, Mostar, Zenica, Tuzla, and Prijedor) in this paper are regional centers of the highest economic and demographic capacities and complex ethnic structure. Social changes in the mentioned urban centers reflect cultural and socioeconomic changes in B&H. The changes were determined by a comparative analysis of the population, ethnic and confessional structure and socioeconomic structure in the analyzed period. Changes in cultural identity were followed through ethnic and confessional self-identification, because the entire political and administrative organization of B&H, the division of settlements, the organized educational system and state institutions were based on them. The ethnic and confessional heterogeneity of B&H has influenced specific cultural processes that are more complex than in other countries of the Western Balkans. In contrast, the economic transition takes place identically. Demographic statistics in B&H are kept at the entity level and are not harmonized, which is why we had more indicators for the Republic of Srpska. The time frame of the paper is focused on the 1981–2013 period.

LITERATURE REVIEW

Objective examination of the genesis of problems and consequences of geopolitical processes in the territory of B&H required a multidisciplinary approach and relevant indicators of official statistics monitored over a long period of time. The review of the historic-geographical development and the process of Islamization were based on historical resources (Васић, 2005; Краљачић, 2000); the analyses of complex geopolitical position and ethnic circumstances relied on Cvijić's studies of the Balkan Peninsula (Цвијић, 1991) and demographic statistics. The position of the Balkans within modern geopolitical processes was analyzed in terms of the contact of civilization zones (Грчић, 2014; Mandić, 2018; Митровић, 2007; Живковић, 2011; Живковић, 2020), and the said area is defined as a culturally rich and politically fragile area. The causes, character and consequences of the civil war are mostly written in a partial and ethnically biased manner in the scientific literature as well as in the media. For the purposes of the paper on the consequences of the war, sources from the RS were used (Мандић, 2017; Pašalić, 2012). The problems of internal organization, relations and political sovereignty in the mentioned sources are viewed through two opposing concepts, unitary and entity (Ѓњато, 2017; Kurtić, 2008; Kurtić and Omerbegović, 2001). The problems of functioning in the conditions of the new political, settlement and cultural reality are visible in the analysis of the settlement system of B&H/RS (Мандић, 2017; Pecelj et al., 2012; Zekanović and Ѓњато, 2018). The re-Islamization of B&H was viewed in the context of historical

development and contemporary geopolitical interests of Turkey in the Balkans (Васић, 2005; Краљачић, 2000; Танасковић, 2011). Economic development of B&H was observed over a longer period in the aforementioned sources (Делић, 2020; Марић, 1991), confirming the importance of industrialization and the positive effects on urban development. Consequences of social system transition in B&H and the region were compared on the basis of several scientific papers addressing the former SFRY (Baburin, 2019; Domljan et al., 2017; Mandić, 2019; Мандић and Делић, 2021; Šojić, 2004; Veselica and Vojnić, 2000) and the decline of Eastern European cities and cities of the liberal economy (Audirac, 2007; Buzar et al., 2007; Turok and Mykhnenko, 2007). Views on the state and perspectives of economic development B&H, and thus urban renewal, range from reindustrialization to digitalization (Baburin, 2019; Мандић and Делић, 2021). Changes in the socioeconomic structure of the observed cities are confirmed by the indicators of official statistics (Konačni ..., 2017a; Statistički ..., 1981; Statistički ..., 1991).

The base of demographic indicators (population number change, ethnic structure, migrations, natural increase, socioeconomic structure, GDP) relied on population censuses from 1991 (the latest census before the SRFY break-up) and 2013 (the first census after the civil war) (Konačni ..., 2017a, b; Popis ..., 2017; Stanovništvo ..., 1995; Štastika ..., 1880; Statistički ..., 1982, 1991). For the purpose of analyzing the ethnic structure, the population census from 1981 was also used, in which the majority of the population declared themselves Yugoslavs, that is, the common identity was the most pronounced. Comparative analysis of various indicators at the level of B&H is made difficult by the separate management of statistics by entities and methods of management. For this reason, there were more indicators of modern changes for the RS.

METHODS AND DATA

The relevant methods of geographical research (historical-geographical method, analysis, comparison, synthesis, generalization) were used in the paper. The character of developmental processes was determined by historical-geographical method. The results of the comparative analysis of statistical indicators of demographic development and ethnic structure are presented tabularly, graphically and cartographically. Indicators of changes in the total number of population confirm the weakening of the demographic capacity of urban centers. The observed urban centers are the carriers of overall economic and cultural development, and reflect the development processes in B&H. Changes in economic development were determined by a comparative analysis of the socioeconomic structure. Spatial distribution of ethnic groups and regional development centers

has been represented by cartographic method. The comparative analysis of the above indicators determined the nature of the development processes at the end of the 20th and the beginning of the 21st century. The aforementioned analyzes confirmed the assumption that geopolitical processes in the Western Balkans caused the cultural and economic disintegration of the B&H with negative consequences for identity and urban development.

RESULTS AND DISCUSSION

The ethnic and confessional heterogeneity of B&H is a consequence of cultural assimilation and complex ethnogenesis. The most significant factor in cultural transformation of population is the process of Islamization that began with the Turkish conquest of B&H and lasted for almost four centuries (Васић, 2005). The Austro-Hungarian administration replaced the Turkish one in 1878. In 1879, out of 1 158 440 inhabitants that were registered in the territory of B&H, Orthodox (Serbs) had 42.8% share in the total population and they constituted a relative majority. Muslims (mostly Islamized Slavs) made up 38.7% and Catholics (mostly ethnic Croats) about 18% (Štastika ..., 1880). Until the end of the reign (1918), Austria-Hungary tried to create the Bosnian nation and the Bosnian language through artificial ethnogenesis in order to prevent the unification of the South Slavs (Краљачић, 2000).

Demographic, political and cultural processes in the 20th century (birth rates, migrations, national awareness, opinions on Communism and religion, the idea of the Bosnian and Yugoslav nation) affected changes in ethnic and confessional groups. The share of Serbs and Croats in the total population is decreasing (Tab. 1). The Islamized population, different in ethnicity (Serbian Muslims, Croatian Muslims), declared themselves as Serbs or Croats of the Islamic confession, ethnic Muslims, Yugoslavs, and since the 1990s they have been called Bosniaks. The attempt to form a unique identity through the creation of the Yugoslav nation lasted until the 1990s, when it lost popularity in the atmosphere of strengthening national identities. The creation of a "Bosnian nation" among Bosniaks at the beginning of the 21st century is a revived idea from the Austro-Hungarian period. Under conditions of industrialization and urbanization in a socialist society, cultural integration in big cities takes place at an accelerated pace. Housing policy has contributed to the erasure of ethnic boundaries. All major cities have a heterogeneous ethnic structure at the time of the Census 1981. The share of Yugoslavs generally ranges from 10–17% (Tab. 1). The process of disintegration of the SFRY influenced the change of the national consciousness as confirmed by the Census 1991, when the proportion of Yugoslavs decreased (5.5%) and the proportion of ethnic Muslims increased. According to the 2013 Census, the share of Yugoslavs together with

20 minority ethnic groups was only (2.04%). Their decline symbolizes the disappearance of common cultural values and identity. Changes in the ethnic declaration of the three most numerous peoples are a consequence of the strengthening of individual national and cultural identities in the process of political disintegration of the SFRY. The education system of post-Dayton B&H is divided into three separate systems under the influence of history and culture of its ethnic groups. The language has three official names and two alphabets: Serbian (Cyrillic), Croatian and Bosnian (Latin) separated only by few linguistic variants. Bosniaks emphasize the Islamic elements of culture as the primary cultural determinant of B&H (Mandić, 2018). The influence of religious institutions in society is increasing. Religious education is a compulsory subject in all primary and secondary schools and strengthens confessional identities.

The mentioned facts and indicators of the comparative analysis of the population census 1981–2013 confirm the negative consequences of disintegration processes and civil war on the demographic development and multi-ethnicity of the cultural space. In 1991, 28% of the population lived in the analyzed urban centers. In the intercensal 1991–2013 period the observed six cities lost 20% of their population, which accounts for 24% of the demographic losses of B&H. An exception is the city of Banja Luka, which compensated for the population losses through immigration of Serbs from Croatia and some parts of B&H. Sarajevo and Banja Luka had the largest changes in the ethnic structure, and Prijedor had the largest depopulation (Tab. 1).

The city of Sarajevo was divided by the entity division defined by the Dayton Peace Agreement. Two parallel cities were formed, with distinctly unequal demographic, economic, cultural and functional capacity and political power (Pecelj et al., 2012). For the needs of the displaced Serbian population from Sarajevo, a new town was built on the outskirts of the city in a rural area. The unified urban-rural area in territorial-administrative sense was organized as the City of East Sarajevo with 60 000 inhabitants (Попис ..., 2017). The most part of Sarajevo was given to the Federation of B&H (more than 400 000 inhabitants in 2013). The city of Mostar has a long tradition of multiethnicity. During the civil war, three opposing ethnic communities divided the urban space and the rural periphery. The rural area under the name East Mostar was given to RS. The share of Serbs in total population of Mostar dropped from 18% prior to the Civil War to 4% 2013 (Tab. 1). The urban area belonged to the Federation of B&H as a single territorial-administrative unit called the City of Mostar. In practice, it is a divided city divided by the Neretva river into Croatian and Bosniak parts. Both parts of the city function in all aspects of life separately. Contemporary Mostar is the synonym of national, confessional and cultural divisions. In post-war ethno-cultural and ethno-confessional

Tab. 1. Changes in the total number and ethnic structure of the population of B&H and regional centers in the 1981–2013 period

Population	Sarajevo	Banja Luka	Mostar	Tuzla	Zenica	Prijedor	B&H	
							People	%
1981								
Total, people	448519	183618	110377	121717	132733	108868	4124256	100
Affiliation, %:								
Croatians	8.19	16.58	33.46	20.38	17.78	6.70	758140	18.38
Muslims	42.17	11.83	31.03	43.05	50.42	38.70	1630033	39.52
Serbs	29.57	50.86	18.37	16.65	15.97	41.59	1320738	32.02
Yugoslavs	15.95	17.07	14.96	15.66	12.36	9.70	326316	7.91
Others	4.12	3.66	2.20	4.26	3.46	3.31	27522	0.67
1991								
Total, people	527049	195692	126628	131618	145517	112543	4377033	100
Affiliation, %:								
Croatians	6.62	14.83	33.99	15.50	15.47	5.61	760852	17.38
Muslims	49.23	14.59	34.63	47.61	55.22	43.85	1902956	43.48
Serbs	29.82	54.59	18.83	15.40	15.42	42.28	1366104	31.21
Yugoslavs	10.71	12.09	10.08	16.71	10.76	5.74	242682	5.54
Others	3.62	3.90	2.46	4.78	3.13	2.52	104439	2.39
2013								
Total, people	413593	180053	105797	110979	110663	80916	3389562	100
Affiliation, %:								
Croatians	4.26	2.71	48.65	13.88	7.48	2.06	524850	15.48
Bosniaks	88.81	3.79	44.71	79.19	87.67	27.56	1768267	52.17
Serbs	3.22	90.01	4.18	3.04	2.18	67.19	1027407	30.31
Others	3.71	3.50	2.46	3.88	2.66	3.19	69038	2.04
Demographic balance 1991/2013, people (%)	−113456 (−21.53)	−15642 (−8.00)	−20870 (−14.46)	−20639 (−16.45)	−34854 (−23.96)	−31627 (−28.11)	−987471	−22.57

Compiled from: (Коначни ..., 2017b; Попис ..., 2017; Stanovništvo ..., 1995).

B&H, three urban centers articulate ethno-national interests: Sarajevo – Bosniaks, Banja Luka – Serbs and Mostar – Croats (Zekanović and Gnjato, 2018).

The share of ethnic groups in emigration is different. The largest number of Muslims immigrated, mainly to the countries of the European Union. Serbs mostly emigrated to Serbia, and Croats to Croatia, i.e. to the motherland of their people. In the 1991–2013 period, Bosniaks lost 8.07% of the pre-war population, Serbs 24.80% and Croats 32.02%. The resettlement and territorialization of ethnic groups

during the civil war (Fig. 1) are mutually characterized as ethnocide and cultural genocide because they were accompanied by the destruction of the cultural heritage of other ethnic groups and confessions. In the post-war reconstruction, religious buildings of all three denominations are being built in locations where they never existed before. This changes the cultural identity of the area and marks the ethnic territoriality. After the period of socialism in the process of “return to religion,” the re-Islamization and “Arabization” of B&H occurs. In the context of pur-

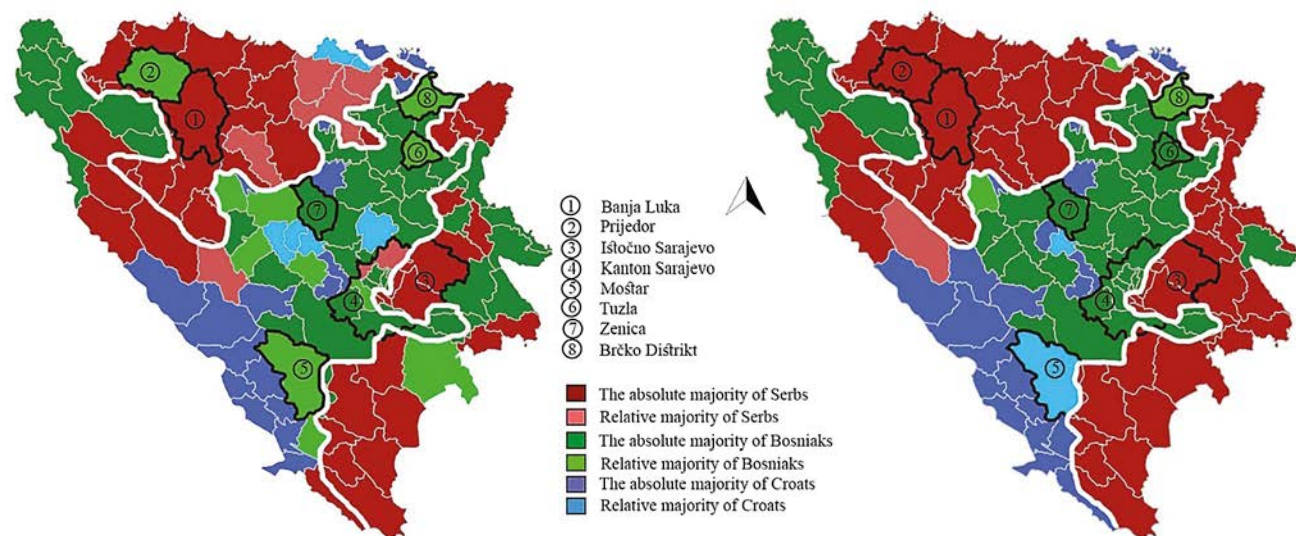


Fig. 1. Ethnic structure according to Census 1991 (left) and 2013 (right).

Compiled by authors based on: <http://www.statistika.ba/>

suing geopolitical interests, the return of Turkey to the Balkans, strengthens its political, economic and cultural influence (Танасковић, 2011). For the first time in the historical-geographical development of B&H, the strong influence of the Arab Asian countries appears. The change in the cultural identity of the Islamic population of B&H takes place in the national transformation from Yugoslavs and Muslims to Bosniaks, but from a religious aspect, there is a gap between different currents of Islam: from Turkish (Salafi) to extreme Wahhabism. Under the influence of foreign political and religious doctrines, the mental map and cultural identity of B&H Muslims are gradually becoming radicalized (Mandić, 2018). The traditional influence of Islam is a historical legacy from the period of Turkish rule that has persisted into modern times. The new influence of Islam from Asia on social processes in B&H has a complex genesis and character.

The first group consists of radical Muslims of the Wahhabi movement who participated in the civil war as volunteers and settled permanently. Their number is continuously increasing. By their actions, they contribute to political instability and cultural differentiation of society, even among Muslims. The second group consists of modern migrants of the Asian migration, which is driven by complex geopolitical processes and military interventions.

In these migrations, mainly young men participate, for whom refugee camps are formed. They are detained in B&H because of the restrictive immigration policy of the European Union. Through their actions, Turkey and the Arab countries show their intentions of a long-term political and cultural presence in B&H. These countries invest heavily in real estate, buy land and build exclusive settlements closed type. They transform the traditions of the local

Muslim population through their influence on public space and the educational system. While the population of the Islamic religion (Bosniaks) are culturally, politically, and economically oriented toward Asia, the Serbian and Croatian populations identify with Serbia and Croatia, as their national motherlands. Considering universal values, B&H has taken a big step backwards (Живковић, 2011). The adoption of “right to being different as a natural human right” would have a positive impact on the stability and an objective insight into the joint historical and anthropological and cultural values (Kurtić, 2008). In order to achieve that, the country first needs to go undergo a historic conciliation catharsis.

The process of cultural integration could start from urban centers and through the educational system, as it did in the socialist period. The process of industrialization was the most important driving factor of contemporary socioeconomic development, urbanization and cultural integration of B&H. Natural resources defined B&H as an area of mining, energy and industry, which led to rapid economic and urban development in the second half of the last century (Марић, 1991).

Several urban centers are standing out by the dynamics of overall development: Sarajevo – the capital and the most developed industrial center of B&H, Banja Luka, Zenica, Tuzla, Mostar and Prijedor (Fig. 1). These settlements are the subject of analysis. Prior to the Civil War, a quarter of the population lived in their administrative boundaries. About half of the employees in B&H worked in the industry, of which 35% were in the mentioned cities (Fig. 2). The spatial distribution of industry and the need for labor force is a basic factor that determines the directions of internal migration. Population mi-

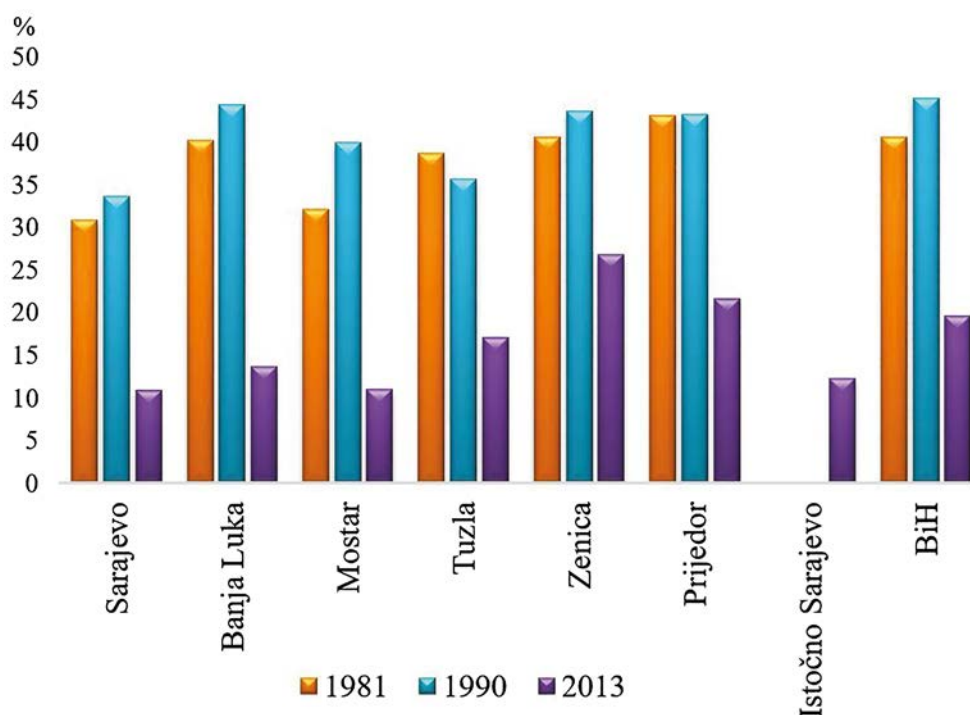


Fig. 2. Share of employees in the industrial sector in B&H and in regional centers, 1981–2013, %.
Compiled by authors based on: (Konačni ..., 2017a; Попис ..., 2017; Statistički ..., 1982, 1991).

gration intensified the blending of culture and creation of a specific cultural ambience in B&H, which had long been called a “small Yugoslavia”. The urban population had a high proportion of mixed marriages and Yugoslavs (Tab. 1). Only in Banja Luka (Serbs) and Zenica (Muslims), for historical reasons, they made up 50% of the city’s population (Stanovništvo ..., 1995; Statistički ..., 1982). Integrated into the structure of the Yugoslavian economy, B&H industry had a constant growth and a positive impact on infrastructure development, social and demographic stability.

The disintegration of the SFRY led to the disintegration of the unique economic system and cultural space. Recurrences of civil war affect political “correctness” with negative consequences on economic development and inter-ethnic relations. Economic capacities in B&H were mostly preserved during the war. Under pressure from the International Community social reforms in the direction of a liberal economy have been accepted. De-industrialization of economy was initiated through privatization process (Gekić and Bidžan-Gekić). The reforms had a negative impact on the sustainability of production and jobs. A similar process took place in the whole region (Šojić, 2004; Veselica and Vojnić, 2000). The European integration processes have bypassed most of the newly created countries of the former Yugoslavia. Analyzing the national economies in countries of Yugoslavian area, V.L. Baburin identifies three stages of development: the phase of influence of geopolitical and internal political fac-

tors (1990–2001), the phase of recovery of national economies (2001–2008) and the phase of integration with the European Union since 2009 (Baburin, 2019). The geopolitical and economic position of B&H has influenced its slow integration into European development processes, and it represents the European periphery (Живковић, 2020). In practice, the political organization of B&H excludes many elements of common development policies of its entities. The rapid collapse of industrial production began at the beginning of 21st century. The share of industry in the total number of employees in B&H decreased from 45% (1990) to 19.5% (2013) (Fig. 2). GDP per capita is 1/3 of the average GDP of the European Union. Along with Albania, B&H is the least developed country in Europe. Banja Luka and Mostar had the highest degree of deindustrialization among the observed cities. Chain lines in industrial production had a negative impact on other sectors of the economy and overall employment. Observed regional centers had a decrease in total employment, from 41 to 34%, and in industry from 34 to 25% (Fig. 3). Most of the observed cities are depopulated, but their share in the population of B&H increased from 32 to 39% compared to the pre-war period due to the demographic exodus from other areas.

The post-socialist transition destabilized the economic, demographic and spatial structure of cities in a wider geographical area; an example is Eastern Europe with similar development problems (Buzar et al., 2007; Turok and Mykhnenko, 2007). Urban

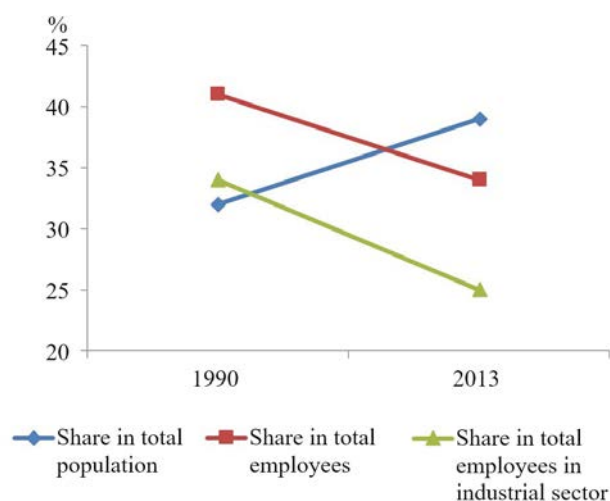


Fig. 3. Share of regional centers in total population, total employment and employment in industry 1990–2013, %. Compiled by authors based on: (Konačni ..., 2017a; Попис..., 2017; Statistički ..., 1991).

atrophy caused by local and global factors is more pronounced in countries that have difficulty integrating into the global liberal economy (Audirac, 2007). B&H industry is technologically outdated and slow to adapt to new market conditions. The above facts confirm the socioeconomic crisis of urban settlements in post-socialist B&H (Мандић и Делић, 2021). The analyzed urban centers have developed services of the tertiary quarter sector in which 70–80% of the working population work (Gekić and Bidžan-Gekić, 2019). The share of Banja Luka in the total number of employees of the RS is: 24% of employees in trade, 54% in the financial sector and 33% in state administration (Mandić, 2019). The existing socioeconomic structure cannot be the basis for the long-term sustainability of the urban system (Mandić, 2019). The least economically self-sustainable is East Sarajevo, which is dominated by the Tertiary-Quaternary sector (over 80%) (Fig. 2). The negative effects of the transition of the social system and the structure of the economy affect economic stagnation and lagging behind the region and trigger the emigration of the population. Constant depopulation is a consequence of the cumulative effects of negative natural growth (about -4%), negative migration balance, economic stagnation and high unemployment level. EU countries are liberalizing entry for population of Western Balkans, primarily by absorbing young and educated people. According to EUROSTAT data in the 2008–2018 period 228 230 inhabitants of B&H received a residence permit in European countries. Current processes diminish the prospect of urban renewal and the development of society. Some economists believe that the key sectors of economic growth could be the financial system, the diaspora and the digitization of industry (Domljan et al., 2017). Devel-

opment processes do not confirm the reality of this opinion. Analysts of the current situation in B&H mainly analyze the economic consequences of the transition and demographic processes, without proposing a potentially possible recovery model.

CONCLUSIONS

Contemporary geopolitical processes in the area of the Western Balkans are deepening the crisis of the lack of common historical values on which to restore the destroyed political integrity and cultural identity. The disintegrated, politically opposed and economically weakened states of the Western Balkans in the transition process confirm the importance of geo-economy and geo-culture in the achievement of political goals (Живковић, 2020). In those processes, B&H was transformed from the core of the Yugoslav community into a neuralgic point on the European periphery. The analysis of demographic and sociocultural processes in the urban centers of Bosnia and Herzegovina presented in the paper confirms depopulation and changes in cultural identity in the direction of losing common identity values. The divided and opposing cultural identities of the constituent peoples in B&H are manifested in the political and territorial-administrative organization of the state at all levels of administration and the settlement system. Such political arrangement and spatial organization are a guarantee of the protection of ethnic rights and cultures, but at the same time they are also an obstacle to the establishment of joint development policies. The constituent nations (Serbs, Croats and Bosniaks) are culturally, politically and economically oriented in different directions: East (Serbia, Russian Federation), West (Croatia, European Union, NATO) and Orient (Turkey, Arab states). B&H is a politically and economically unstable area and a “playground for big countries” (Митровић, 2007, p. 48). It is impossible to politically unify and economically start B&H without the development of its institutions, which requires the establishment of a minimum of common interests of the constituent nations. The socioeconomic changes established in the paper through a comparative analysis of population employment and economic structure confirm the process of de-industrialization and weakening of the economic potential of cities with a negative reflection on demographic trends and the development perspective. In order to stop negative demographic and social processes, joint development policies based on the assessment of the consequences of transition processes and the renewal of the urban economy are necessary. Respect for diversity as an adopted civilizational value could be the first step towards political stabilization and cultural and economic renewal of B&H society, thus economic and cultural renewal of cities as carriers of development.

REFERENCES

- Васић М.* Исламизација на Балканском полуострву. Бања Лука: Академија наука и умјетности Републике Српске, 2005. 381 с.
- Гњато Р.* Западни Балкан — Изазови и перспективе // Зборник радова Међународне научне конференције Географског друштва Републике Српске / Ур. А.Г. Дружинин, Р. Гњато. Бања Лука: Географско друштво Републике Српске, 2017. С. 415–431.
- Грчић М.* Географија култура и цивилизација. Београд: Географски факултет, Универзитет у Београду, 2014. 994 с.
- Делић Д.* Социогеографички аспект переходних процесов в Босни и Херцеговини // Обществено-географичка структура и динамика современног евразийског пространства: вызови и возможности для России и ее регионов Ассоциация российских географов-обществоведов / отв. ред. П.Я. Бакланов. Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2020. С. 161–169.
- Живковић М.* Западни Балкан у контексту односа центар–периферија. Бања Лука: Географско друштво Републике Српске, 2020. 140 с.
- Живковић М.* Савремене детерминанте географског положаја Југоисточне Европе као фактор развоја // Зборник радова 3. конгреса српских географа Географског друштва Републике Српске и Природно-математичког факултета Универзитета у Бањој Луци / Ур. Р. Гњато. Бања Лука: Географско друштво Републике Српске, 2011. С. 533–541.
- Живкович М., Мандић М., Панић Д.* Современные социокультурные аспекты процессов развития в геопространстве Западных Балкан: матер. международ. науч. конф. в рамках IX Ежегод. науч. ассамблеи Ассоциации российских географов-обществоведов / отв. ред. Н.И. Быков. Барнаул: Алтайский гос. ун-т, 2018. С. 300–308.
- Краљачић Т.* Калајев режим у Босни и Херцеговини (1882–1903). Бањалука, Српско Сарајево: Академија наука и умјетности Републике Српске, 2000. 574 с.
- Мандић М.* Посљедице насилног распада СФР Југославије на развој насеља у Босни и Херцеговини (Републици Српској) // Зборник радова Међународне научне конференције Географског друштва Републике Српске / Ур. А.Г. Дружинин, Р. Гњато. Бања Лука: Географско друштво Републике Српске, 2017. С. 575–592.
- Мандић М., Делић Д.* Социјалногеографске посљедице промјена у структури привреде Републике Српске // Гласник/Herald. 2021. Св. 25. С. 121–142. DOI: 10.7251/HER2125121M
- Марић Ђ.* Индустријализација Босне и Херцеговине. Сарајево: Географско друштво Босне и Херцеговине, 1991. 203 с.
- Митровић Р.Љ.* Положај и улога Србије и Републике Српске у кључу геокултуре и геополитике глобализације Балкана // Зборник радова научног скупа са међународним учешћем “Србија и Република Српска у регионалним и глобалним процесима” / Ур. Р. Гњато, М. Грчић, С. Стаменковић. Београд, Бања Лука: Географски факултет Универзитета у Београду, Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци, 2007. С. 37–42.
- Попис становништва, домаћинства и станова у Републици Српској 2013. године, Резултати пописа — градови, општине, насељена мјеста. Бања Лука: Републички завод за статистику Републике Српске, 2017.
- Танасковић Д.* Неоосманизам — повратак Турске на Балкан. Београд: Службени гласник, 2011. 164 с.
- Цвијић Ј.* Антропогеографски и етнографски списи. Сабрана дјела, књ. 4 (1). Београд: Српска академија наука и умјетности, 1991. 357 с.
- Audirac I.* Some Thoughts about Urban Shrinkage in a Sea of Growth // Int. Conference the Future of Shrinking Cities: Problems, Patterns and Strategies of Urban Transformation in a Global Context. Berkeley: Univ. of California at Berkeley, 2007.
- Baburin V.L.* Economy of Former Yugoslav Republics // Herald. 2019. Vol. 23. P. 1–17. DOI: 10.7251/HER1923001B
- Buzar S., Ogden P., Hall R., Haase A., Kabisch S., Steinführer A.* Splintering Urban Populations: Emergent Landscapes of Reurbanisation in Four European Cities // Urban Studies. 2007. Vol. 44. № 4. P. 651–677. DOI: 10.1080/004209806011855
- Domljan V., Mirašić G., Ridić G., Ridić O.* From Defective to Effective BiH Development Policy // Acta Economica. 2017. Vol. 15. № 27. P. 137–162. DOI: 10.7251/ACE1727137D
- Gekić H., Bidžan-Gekić A.* Urban Hierarchy Inside a Divided Urban System of Bosnia and Herzegovina // Proceeding Book of 1st Istanbul International Geography Congress / B. Gonencgil, T.A. Ertek, I. Akova, E. Elbasi (Eds.). Istanbul: Istanbul Univ. Press, 2019. P. 492–508. DOI: 10.26650/PB/PS12.2019.002.048
- Konačni rezultati Popisa 2013, Knjiga 7 Ekonomske karakteristike. Sarajevo: Federalni zavod za statistiku, 2017a.
- Konačni rezultati Popisa 2013, Knjiga 2 Etnička nacionalna pripadnost, vjeroispovjest, maternji jezik. Sarajevo: Federalni zavod za statistiku, 2017b.
- Kurtić N.* Mogućnosti dekonstrukcije internog imidža BiH // Tranzicija. 2008. Br. 21–22. S. 9–25.
- Kurtić N., Omerbegović S.* Bosna i Hercegovina, entiteti i kantoni u procesu stabilizacije i razvoja // Pogledi. 2001. Br. 8. S. 64–69.
- Mandić M.* Geopolitical, cultural and civilization process in Bosnia and Herzegovina // Proceedings of the International Conference “The Balkan peninsula of Jovan Cvijić. Historical background and contemporary trends in human geography” / J. Brankov, M. Drobnjaković (Eds.). Belgrade, Loznica: Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA, 2018. P. 85–95.
- Mandić M.* Post-socijalist urban transformation of Banja Luka // SKUP. 2019. Vol. 10. № 2. P. 41–51. DOI: 10.7251/SKPSR191002031M

- Pašalić S.* Demografski gubici u Bosni i Hercegovini (1991–2011). Banja Luka: Ministarstvo pravde, Republički centar za istraživanje ratnih zločina, 2012. 272 s.
- Pecelj M., Milinčić M., Pecelj-Purković J., Pecelj M.* Paralelni gradovi – Iskustva Sarajeva kao podjeljenog grada // Zbornik radova IV međunarodnog skupa Lokalna uprava u planiranju i uređenju prostora i naselja “Gradovi u XXI veku” / Ur. V. Šećerov, Z. Radosavljević, A. Đoređević, M. Marić. Beograd: Asocijacija prostornih planera Srbije, Geografski fakultet, Univerzitet Beograd, 2012. S. 137–141.
- Stanovništvo Bosne i Hercegovine, narodnosni sastav po naseljima. Zagreb: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 1995.
- Statistički godišnjak Jugoslavije 1982. Beograd: Savezni zavod za statistiku SFRJ, 1982.
- Statistički godišnjak Jugoslavije 1991. Beograd: Savezni zavod za statistiku SFRJ, 1991.
- Šojić M.* Kretanja industrije Srbije // Ekonomski vidici. 2004. Vol. 9. № 2. S. 215–223.
- Štastika mesta i stanovništva. Sarajevo: Carska i Kraljevska Vladina tiskara, 1880.
- Turok I., Mykhnenko V.* The trajectories of European cities, 1960–2005 // Cities. 2007. Vol. 24. № 3. P. 165–182. DOI: 10.1016/j.cities.2007.01.007
- Veselica V., Vojnić D.* Europske zemlje u tranziciji na pragu XXI stoljeća Gdje je Hrvatska – Quo Vadis Croatia // Ekonomski pregled. 2000. Vol. 51. № 9–10. S. 829–866.
- Zekanović I., Gnjata R.* Disintegration of the former SFR Yugoslavia and changes in the ethno-confessional structure of some cities of Bosnia and Herzegovina // RUDN J. of Economics. 2018. Vol. 26. № 4. P. 685–696. DOI: 10.22363/2313-2329-2018-26-4-685-696

ВЛИЯНИЕ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В БОСНИИ И ГЕРЦЕГОВИНЕ НА ГОРОДСКОЕ РАЗВИТИЕ И КУЛЬТУРНУЮ ИДЕНТИЧНОСТЬ

М. Мандич^{1, *}, Д. Делич^{1, **}

¹Университет Бани-Луки, Бани-Лука, Босния и Герцеговина

*e-mail: mira.mandic@pmf.unibl.org

**e-mail: dragica.delic@pmf.unibl.org

Историко-географическое развитие Боснии и Герцеговины в зоне стыка западной и восточной христианских цивилизаций и мусульманского востока привело к этнической и религиозной неоднородности и сформировало культурную самобытность населения этой страны, одновременно создав условия для политических кризисов и этнических конфликтов. Босния и Герцеговина вышла из состава Югославии в условиях гражданской войны. После войны, в 1995 г. сформировалась сложная административно-территориальная организация нового государства, с учетом этнического и религиозного состава населения его разных частей. В то же время изменились общественная система страны (политическая и экономическая) и геополитическая ситуация на Западных Балканах, произошли важные социокультурные сдвиги в этом регионе Европы, инициированные глобализацией. Статья рассматривает культурную дезинтеграцию общества и изменения в идентичности населения городов Боснии и Герцеговины. Проведено сравнение социальных и этнокультурных изменений в шести крупнейших городах страны. Результаты анализа позволяют сделать вывод, что произошла культурная дифференциация общества в Боснии и Герцеговины, отразившаяся в изменениях этнической и религиозной структуры населения и их пространственном распределении. Экономический застой и депопуляция городских центров как следствие гражданской войны и социальных реформ подтверждаются сравнительным анализом статистических показателей экономического и демографического развития. Социокультурные и экономические изменения выявлены с использованием историко-географического метода, сравнительного анализа демографических показателей, изменений пространственного размещения населения, его этнического и религиозного состава, структуры занятости в отраслях экономики городов. Учтены также научные результаты ранее опубликованных работ, посвященных некоторым из упомянутых проблем, прежде всего экономическому развитию и динамике численности населения в стране и ее крупных городах. Структурные сдвиги в городах Боснии и Герцеговины рассматриваются через призму причинно-следственных связей геополитических и культурных процессов (политической, экономической и культурной дезинтеграции), социальных и экономических реформ, изменений прав собственности, деиндустриализации хозяйства, их влияния на культурную идентичность.

Ключевые слова: Босния и Герцеговина, геополитические процессы, культурная идентичность, городские центры, экономическое развитие

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ

© 2024 М. П. Васильев^{1, *}, Е. М. Нестеров², Е. В. Каширина^{2, **}, А. В. Любимов²

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр
экологической безопасности Российской академии наук (НИЦЭБ РАН – СПб ФИЦ РАН),
Санкт-Петербург, Россия

²Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

*e-mail: mih.vasilev@mail.ru

**e-mail: kashirina@yandex.ru

Поступила в редакцию 17.06.2023 г.

После доработки 24.12.2023 г.

Принята к публикации 14.03.2024 г.

В статье анализируется изменение климатических условий на Северо-Западе России, включая характеристики опасных гидрометеорологических явлений (волны холода и жары, сильные ветры, экстремальные ливни, снегопады, гололедно-изморозевые отложения, град) и медленные климатические изменения (увеличение числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C) в контексте их негативного влияния на наземные экосистемы. На основе оценки характеристик опасных явлений, данных об изменении числа дней с переходом через 0°C и скорости отступления берегов был сформирован массив данных для расчета комплексного показателя, характеризующего негативные воздействия климатических факторов на наземные экосистемы. Было определено, что воздействия погодно-климатических факторов на наземные экосистемы наиболее сильно выражены в северной части рассматриваемого региона и, прежде всего, на побережье Баренцева моря. По мере продвижения на юг значения всех показателей постепенно снижаются, при этом меняется и их структура. В северной части рассматриваемого региона (Мурманская и Архангельская области, Ненецкий автономный округ) преобладают явления, связанные с сильным ветром и интенсивными гололедно-изморозевыми отложениями, способствующими образованию ледяной корки на поверхности земли. По мере удаления от побережья чаще наблюдается сильный мороз (Республика Коми). В центре и на юге региона наибольшую повторяемость имеют сильный дождь, сильный мороз и сильная жара, обуславливающая высокую степень пожароопасности. В работе выполнено ранжирование субъектов Северо-Западного федерального округа по степени интенсивности этого процесса. Комплексные оценки негативных воздействий изменяющихся климатических условий на наземные экосистемы могут быть использованы при принятии решений по разработке стратегии экологической безопасности регионов РФ.

Ключевые слова: наземные экосистемы, опасные гидрометеорологические явления, медленные климатические изменения, ранжирование территорий, Северо-Западный федеральный округ

DOI: 10.31857/S2587556624020045, **EDN:** DSXTVR

ВВЕДЕНИЕ

Наблюдаемое изменение климата выражается как в увеличении повторяемости опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), так и в медленных изменениях температурно-влажностного режима и их последствиях — таянии многолетней мерзлоты, росте уровня моря и т.д. В северных регионах России эти процессы характеризуются особенно высокой интенсивностью (Ананичева и др., 2012; Второй ..., 2014;

Доклад ..., 2017). Как известно, климат является одним из основных факторов, влияющих на состояние наземных экосистем. Он определяет производительность и разнообразие экосистем, направление и скорость смен биологических сообществ, особенности гидрологического режима, устойчивость к природным и антропогенным воздействиям (Торжков и др., 2019; Энциклопедия ..., 2005). Основные негативные погодно-климатические факторы для наземных экосистем на рассматриваемой территории обу-

словлены воздействием ОЯ (засухи, природные пожары, экстремальные скорости ветра, сильные ливни и снегопады, гололедно-изморозевые отложения и др.), а также последствиями медленных климатических изменений (изменение температурного режима, в частности, рост числа переходов температуры воздуха через 0°C). Очевидно, что эти процессы будут продолжаться и в будущем. Поэтому анализ их изменений на Северо-Западе России представляется весьма актуальным. Цель настоящей работы – комплексная статистическая оценка негативных воздействий изменяющихся климатических условий на наземные экосистемы в Северо-Западном регионе России.

ОСНОВНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОСТОЯНИЕ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Особенности климата Северо-Запада России определяются географическим положением в высоких широтах и большой протяженностью с севера на юг и с запада на восток. Климат этого региона формируется в основном под воздействием арктических и атлантических воздушных масс. В соответствии с природно-климатическим районированием, построенным на основе классификации климатов Б.П. Алисова (Национальный ..., 2004), на этой территории представлены зоны тундры, лесотундры, тайги, смешанных лесов. Увеличение средних многолетних сумм осадков, продолжительности периодов с температурой выше 10°C увеличивают лесные ресурсы умеренного пояса. Однако эти изменения могут негативно влиять на ряд экосистем, так как для каждого растения характерен свой оптимальный диапазон метеорологических величин. Увеличение значений показателей, характеризующих интенсивность и повторяемость экстремальных явлений, обуславливает дополнительные риски для наземных экосистем. Так, например, длительные засухи являются причиной усыхания лесных массивов. Ветры со скоростями выше 25 м/с вызывают ветровалы и буреломы. Интенсивные дожди смывают почвы, а также могут вызвать усыхание деревьев в условиях длительного затопления. Негативное влияние на наземные экосистемы оказывают также сильные снегопады, крупный град, интенсивные гололедно-изморозевые отложения, периоды с высокой пожароопасностью др. (De Groot et al., 2013; Li et al., 2017; Walker et al., 2019). В докладах МГЭИК (2012, 2014) отмечается, что изменение статистических характеристик экстремальных гидрометеорологических явлений с высокой вероятностью связано с глобальным изменением климата. При этом, с одной

стороны, более высокие температуры воздуха в районах с достаточным и избыточным увлажнением способствуют росту продуктивности наземных экосистем, но, с другой стороны, климатические изменения могут приводить к уменьшению биоразнообразия, а следовательно, к снижению устойчивости экосистем.

В ряде работ представлены результаты подробного анализа влияния изменения температурного режима, а также ветровалов, лесных пожаров, распространения болезней и вредителей леса на состояние экосистем в лесной, лесотундровой и тундровой зонах. Так, Королева с соавторами (2015, 2017) отмечают, что рост температуры воздуха негативно воздействует на экосистемы лесной и тундровой зон из-за приближения к границам диапазона температур воздуха, пригодного для их существования. При этом одни породы могут быть вытеснены другими, часто менее ценными, инвазивными видами. Рост температуры воздуха также является причиной деградации многолетней мерзлоты и трансформации почв на территории Северной Евразии, что также снижает устойчивость наземных экосистем в этом регионе (Королева и др., 2015; FAO, 2013). По данным (Олсон, 2011), территория, охваченная вспышками численности насекомых, может превышать площадь, пострадавшую от лесных пожаров. В условиях более высоких летних температур создаются более благоприятные условия для увеличения численности насекомых-вредителей, так как многие их виды, например, еловый лубоед, успевают пройти полный жизненный цикл за один, а не за два года, как при средних климатических условиях (Global ..., 2019). Результаты многих исследований говорят о том, что рост площадей очагов вредителей и болезней определяется тремя основными факторами – увеличением приспособляемости насекомых вредителей в условиях более теплого климата, более интенсивным перемещением вредных видов на новые места обитания из-за развития торговли, а также их более успешной адаптацией в новых местах обитания благодаря широкому выбору деревьев-носителей (Лескинен и др., 2020). Кроме того, инвазивные виды могут быстрее распространяться там, где отсутствует набор их естественных врагов, которые обычно ограничивают их распространение. При этом уменьшается генетическое биоразнообразие лесных экосистем.

По мнению ряда авторов (Воздействие ..., 2008; Изменения ..., 2017; Состояние ..., 2014; ACIA, 2004; Arctic ..., 2013; Green et al., 1999), наиболее уязвимыми к изменениям климатических условий являются лесотундровые и тундровые экосистемы, находящиеся в северной части Северо-Западного региона РФ, так как для них характерна очень малая скорость восстановле-

ния. На арктические экосистемы в этом районе негативно влияют не только упомянутые выше опасные гидрометеорологические явления (прежде всего сильные ветры, снегопады, метели, а также возгорания торфяников), но и такие последствия медленных климатических изменений, как рост числа переходов температуры через 0°C весной и осенью, приводящих к образованию насту. Если на такую поверхность выпадут твердые, жидкие или смешанные осадки, наст может превратиться в ледяную корку. Увеличение зимней температуры воздуха примерно на 6°C к концу XXI в. в соответствии с пятью моделями МГЭИК, анализируемыми в (АСИА, 2004), может привести к увеличению числа случаев чередования периодов таяния и замерзания. В отдельные годы такие погодные условия вызывали огромные потери поголовья северного оленя, так как из-за наличия прочной ледяной корки олени не могут добыть лишайники. В этом заключается одна из причин, почему лишайников в северных регионах становится меньше. Животные вынуждены разбивать лишайники копытами, уничтожая их тела. В этом случае для регенерации лишайника требуются десятки лет (Tyler et al., 2007). Кроме того, в связи с изменениями погодных условий предзимья снег осенью часто покрывает еще незамерзшую землю. Это может приводить к гибели или ухудшению качества растений в следующем году. Еще одно последствие медленных климатических изменений — оттаивание многолетнемерзлых почв. При разрушении мерзлоты увеличивается риск проникновения токсичных веществ из мест их захоронения в почву. Этот процесс может усиливаться в связи с ростом интенсивности абразии берегов арктических морей и повышением уровня моря. При этом низко расположенные территории будут все чаще затапливаться при штормовых нагонах. Комплексное воздействие указанных процессов может приводить к разрушению прибрежных территорий и находящихся там природных объектов.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

Для анализа пространственно-временного распределения указанных характеристик авторами были использованы результаты метеорологических наблюдений на 65 метеостанциях, расположенных на территории Северо-Западного региона РФ, в 1990–2019 гг. Эти метеостанции являлись реперными, т.е. имели период наблюдений не менее 30 лет, были репрезентативны (характерны) для окружающей территории (физико-географической провинции) и расположены относительно равномерно с пространственным шагом от 200 до 300 км (РД 52.04.720-2009).

На основе анализа работ, рассмотренных выше, были отобраны ОЯ, обуславливающие наибольшие угрозы для наземных экосистем в этом районе (волны холода и жары, периоды с высокой пожароопасностью, сильные ветры, экстремальные ливни, снегопады, гололедно-изморозевые отложения, град) в соответствии с принятыми критериями ОЯ (РД 52.04.563-2002) и создана база данных о повторяемости таких ОЯ. За ее основу была взята разработанная авторами ранее реляционная база данных “Погодно-климатические риски для отраслей экономики и социальной сферы субъектов Российской Федерации” с использованием СУБД Microsoft SQL Server 2014 Express, содержащая характеристики ОЯ до 2016 г. (Васильев и др., 2018, 2019), и дополненная метеорологическими данными до 2019 г., полученными с сайтов ФГБУ “ВНИИГМИ-МЦД” (<http://meteo.ru/data>, дата обращения 14.02.2022) по Северному, Северо-Западному и Мурманскому управлениям гидрометслужбы (УГМС) РФ и из Метеорологических ежемесячников (2017, 2018, 2019), подготовленных в этих УГМС.

Для анализа негативных проявлений медленных климатических изменений (увеличение числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C и разрушение морских побережий) были использованы результаты наблюдений за температурой воздуха и суммами осадков на 65 метеорологических станциях, оценки, приведенные в работе (Второй ..., 2014) и данные в (Информационный ..., 2018).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Оценки характеристик опасных гидрометеорологических явлений

По особенностям воздействия на наземные экосистемы ОЯ были сгруппированы в следующие группы: сильный ветер, сильный дождь, сильный снегопад, крупный град, сильные гололедно-изморозевые отложения (ГИО), сильная жара, сильный мороз. На рис. 1 представлено среднее годовое число дней с ОЯ в различных областях Северо-Западного региона России. Наиболее неоднородные в климатическом отношении территориальные единицы — Мурманская и Архангельская области — были разделены на северную и южную части в соответствии с границами климатических и природных зон, определенными по классификации Б.П. Алисова.

Как видно на графиках, повторяемость ОЯ разных видов значительно различается по территории. Так, в северной части рассматриваемого района (Мурманская и Архангельская области, Ненецкий автономный округ), особенно на побережье Баренцева моря преобладают ОЯ, связанные с сильным ветром и интенсивными гололедно-изморозевыми отложениями,

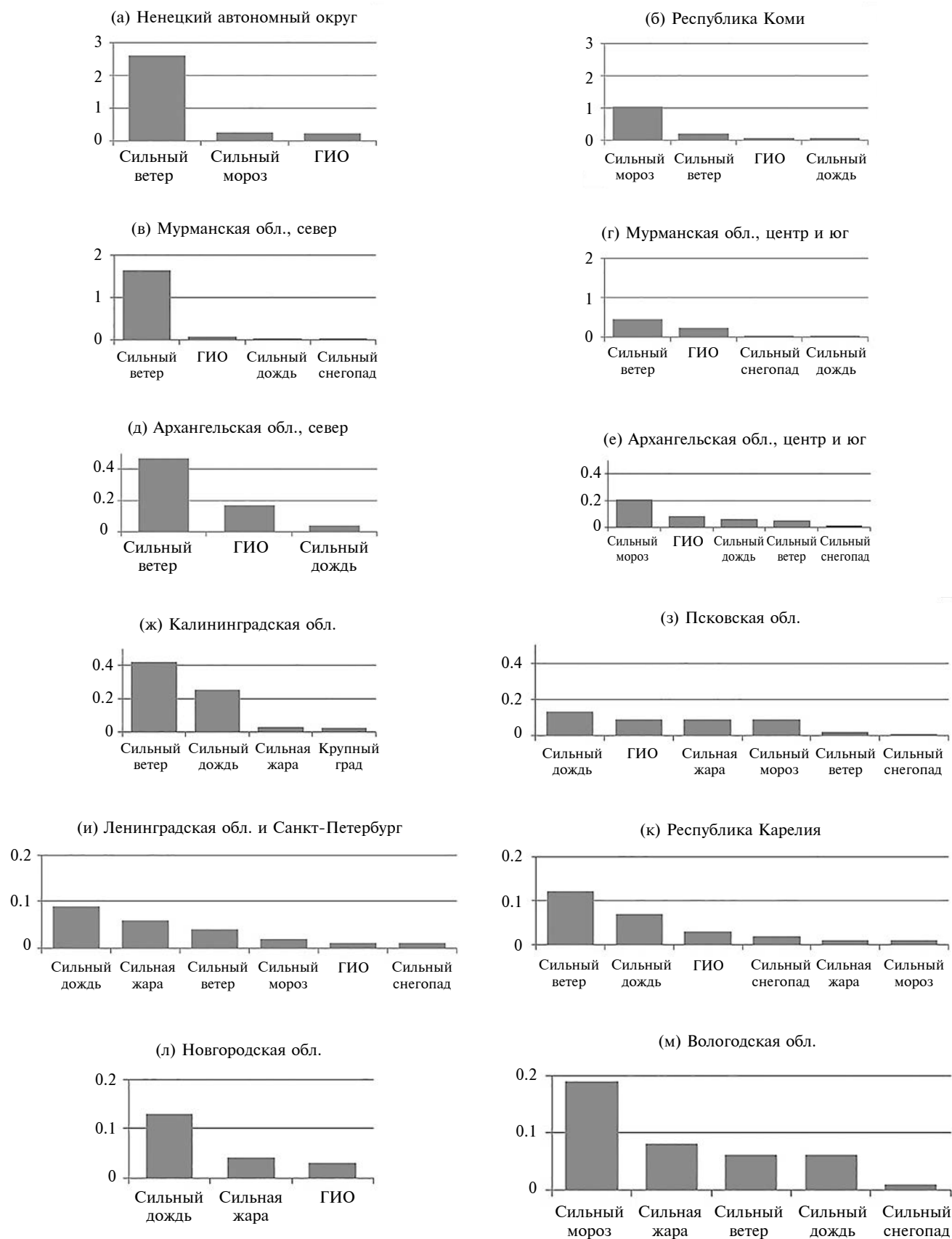


Рис. 1. Среднее число дней с опасными гидрометеорологическими явлениями в различных частях Северо-Западного региона России: в восточной части (а, б); в северной части (в, г, д, е); в юго-западной части (ж, з); в западной части (и, к); в южной части (л, м). Дробные значения на шкале числа дней означают, что опасные гидрометеорологические явления наблюдались в среднем раз в несколько лет: 0.1 – 1 раз в 10 лет, 0.2 – 2 раза в 10 лет и т.д.



Рис. 2. Средняя ежегодная повторяемость опасных гидрометеорологических явлений на территории Северо-Западного региона России (ArcGIS 10.1, интерполяция по методу кригинга). Точками темно-зеленого цвета обозначены метеостанции, красными точками – Санкт-Петербург и административные центры субъектов РФ.

способствующими образованию ледяной корки на поверхности земли. По мере удаления от побережья чаще наблюдается сильный мороз (Республика Коми). Для центральной и южной частей рассматриваемого региона характерно сочетание различных типов ОЯ. Наибольшую повторяемость здесь имеют сильный дождь,

сильный мороз и сильная жара, обуславливающая высокую степень пожароопасности. Отмечаются также сильные ветры, снегопады и гололедно-изморозевые отложения. Для комплексной оценки ОЯ была построена карта суммарной повторяемости опасных явлений с помощью ArcGIS 10.1 (рис. 2) (Васильев, 2020).

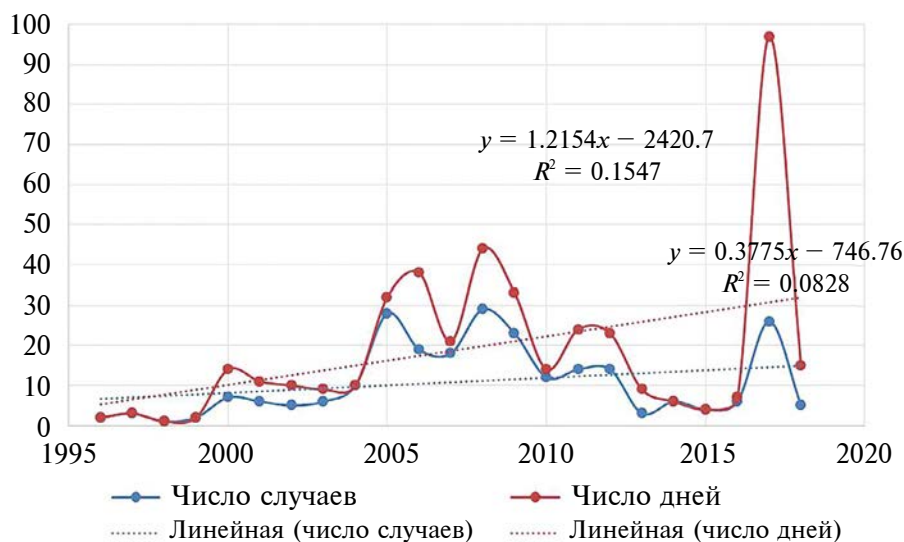


Рис. 3. Многолетние изменения числа случаев и числа дней с опасными гидрометеорологическими явлениями на территории Архангельской области в 1996–2017 гг.

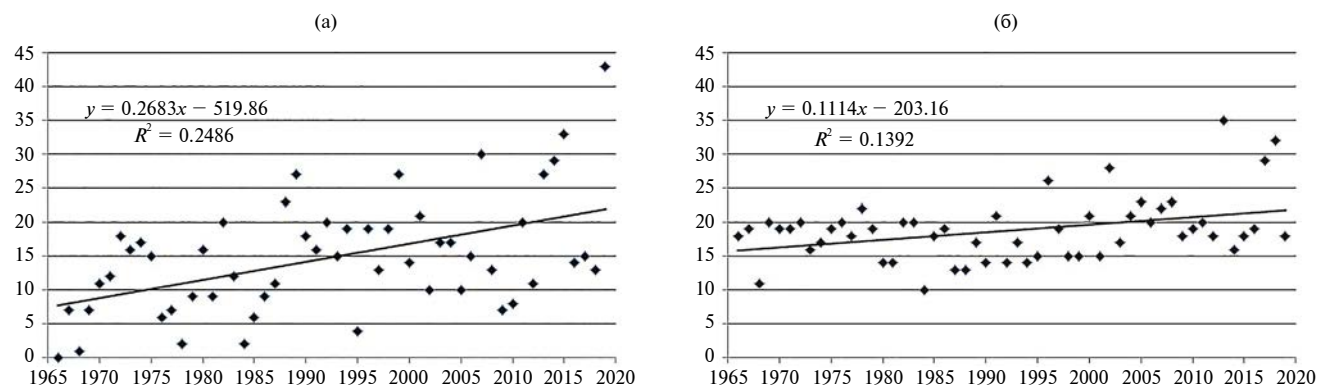


Рис. 4. Многолетние изменения числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C в 1966–2019 гг.: (а) в зимний период в Вологде; (б) в осенний период в Нарьян-Маре.

Как видно на карте, повторяемость ОЯ резко возрастает на побережье Баренцева моря: 3–4 явления в год на каждой из рассматриваемых метеостанций, и на склонах Уральских гор – 2–3 явления в год. Межгодовая изменчивость числа случаев и числа дней с ОЯ в этом районе очень велика (рис. 3). Поэтому временные тренды этих характеристик статистически не значимы на 5% уровне значимости. Однако наблюдаемую тенденцию увеличения повторяемости ОЯ на большей части рассматриваемой территории нельзя не учитывать.

По данным многочисленных исследований в условиях наблюдаемых и прогнозируемых климатических изменений повторяемость и интенсивность ОЯ в данном регионе будет возрастать. Так, например, по данным региональной климатической модели ФГБУ «ГГО» (Катцов и др., 2016, 2019; Хлебникова и др., 2018, 2019; Школьник, 2015) к середине XXI в. вероятно значительное увеличение повторяемости как сильных ливней, так и опасных снегопадов.

Оценки характеристик медленных климатических изменений

При анализе воздействий медленных климатических изменений на наземные экосистемы принимались во внимание значения числа дней с переходом через 0°C ; отдельно рассматривались также скорости разрушения морских побережий, что, конечно, является следствием изменений, а не самим климатическим изменением.

Анализ числа дней с переходом через 0°C , выполненный по данным о минимальной и максимальной суточной температуре воздуха, показал, что значение этого показателя возрастает на значительной части рассматриваемой территории, прежде всего на севере и востоке. Однако структура этих изменений различна: если в лес-

ной зоне рост числа переходов через 0°C приходится на зимний сезон, то в зонах тундры и лесотундры – на весну и осень (рис. 4).

В юго-западной и западной частях рассматриваемой территории таких трендов не отмечается или наблюдается даже некоторое уменьшение числа дней с переходом через 0°C в связи с общим сокращением числа дней с отрицательной температурой воздуха в этом районе (рис. 5).

Негативное воздействие на наземные экосистемы частных переходов температуры воздуха через 0°C возрастает при выпадении жидких и смешанных осадков, которые при дальнейшем замерзании могут превратить наст в прочную ледяную корку. Авторами были выполнены оценки изменения количества различных видов осадков (жидких, смешанных и твердых) (рис. 6–8). Для определения этих показателей был использован подход, рассмотренный в (Методические ..., 2017). Он предполагает расчет так называемого коэффициента континентальности K по следующей формуле:

$$K = (t_{\text{макс}} - t_{\text{мин}}) / (t_{\text{мин}} + 50) \times t_{\text{год}},$$

где $t_{\text{макс}}$, $t_{\text{мин}}$ – средняя многолетняя температура самого теплого и самого холодного месяца; $t_{\text{год}}$ – средняя многолетняя годовая температура воздуха.

На основе полученных значений K и представленных в (Методические ..., 2017) номограмм были рассчитаны ежегодные суммы жидких, смешанных и твердых осадков для различных пунктов на Северо-Западе России.

Расчеты показали, что наиболее выраженные тенденции увеличения количества жидких и смешанных осадков при одновременном уменьшении сумм твердых осадков наблюдаются в северной части рассматриваемой территории – Мурманской области и Ненецком автономном округе. Причем, если на востоке Ненецкого автономного округа (Амдерма) во второй поло-

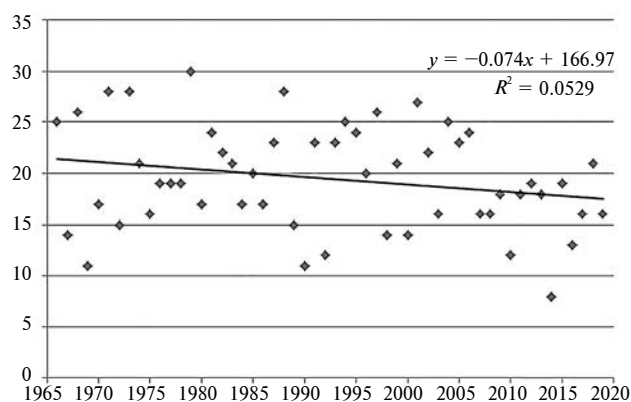


Рис. 5. Многолетние изменения суммарного за год числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C в 1966–2019 гг. в Калининграде.

вине XX в. твердые осадки превышали жидкие в годовой сумме, то в конце XX – начале XXI в. сложилась обратная ситуация. Таким образом, комплексное воздействие изменения температурного и влажностного режимов будет способствовать процессам образования ледяной корки и создавать дополнительные риски для наземных экосистем. По данным климатического моделирования к середине XXI в. в северо-западной части рассматриваемого региона число дней с переходом через 0°C может еще возрасти на 4–5 дней (Катцов и др., 2020; Хлебникова и др., 2019).

В зависимости от изменения числа дней с переходом через 0°C было проведено ранжирование территорий Северо-Западного региона по значению этого показателя. Его величина варьировала от 0.7–1.0 (Ненецкий автономный округ, Вологодская, Архангельская области) до 0.1–0.6 (республики Коми и Карелия, Мурманская, Псковская, Ленинградская, Калининградская области).

Еще одним негативным последствием медленных климатических изменений в Северо-Западном регионе РФ является разрушение морских побережий. Рост температуры воздуха и воды, сокращение площади морского льда, увеличение высоты и повторяемости штормовых нагонов оказывают дестабилизирующий эффект на берега, способствуя возрастанию абразии. Степень абразии зависит как от погодно-климатических факторов, так и от состава и структуры слагающих побережья пород. Разрушению берегов в этом регионе способствует и постепенный рост уровня моря. Так, по данным (Второй ..., 2014), среднегодовой подъем уровня моря за 1970–2005 гг. составил на Арктическом побережье 10–12 см. Учитывая прогнозируемый дальнейший рост уровня моря, разрушение морских берегов, вероятно, будет продолжаться (Изме-

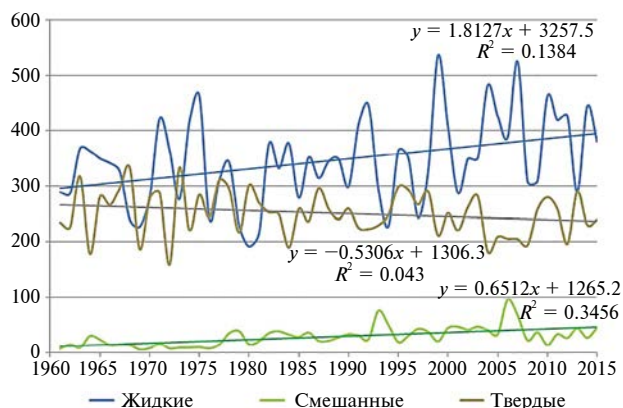


Рис. 6. Многолетние изменения сумм осадков различных видов в 1961–2015 гг. в Мурманске, мм.

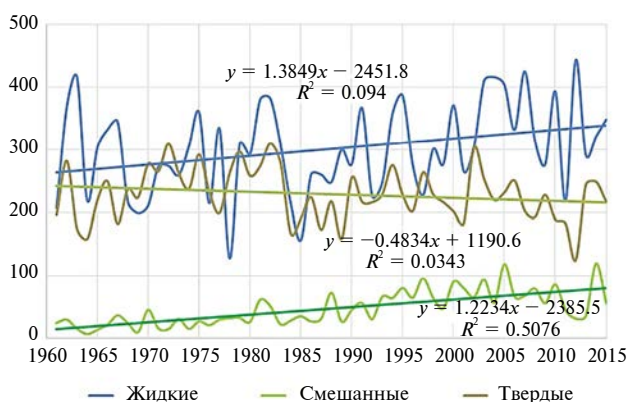


Рис. 7. Многолетние изменения сумм осадков различных видов в 1961–2015 гг. в Нарьян-Маре, мм.

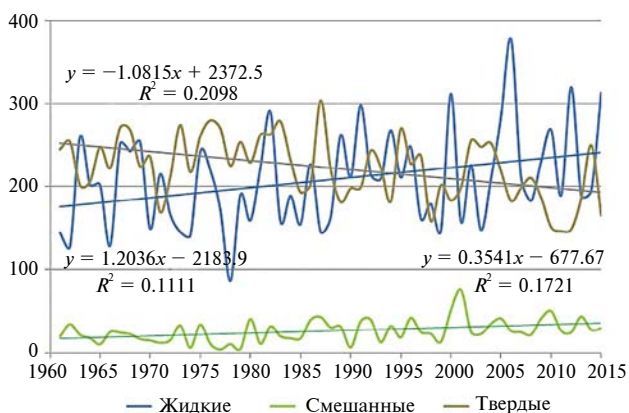


Рис. 8. Многолетние изменения сумм осадков различных видов в 1961–2015 гг. в Амдерме (Ненецкий автономный округ), мм.

нения ..., 2017). Надо отметить, что разрушение побережий происходит не только в Арктике. Осенние и зимние штормы при отсутствии ледяного покрова также приводят к абразии берегов Белого и Балтийского морей. По данным (Ин-

формационный ..., 2018), скорость отступления отдельных участков берегов Белого и Балтийского морей составляет от 2 до 6 м в год. Однако, в отличие от побережий Баренцева и Карского морей, изменения берегов Белого и Балтийского морей имеют пульсационный характер, т.е. в течение нескольких лет направленность смещения берегового контура может меняться с положительной на отрицательную и наоборот. С использованием данных, содержащихся в (Второй ..., 2014) и (Информационный ..., 2018) было проведено ранжирование территорий Северо-Западного региона РФ по степени опасности разрушения морских побережий от 1 (Ненецкий автономный округ) до 0 (Республика Коми, Вологодская, Псковская, Новгородская области).

Полученные результаты

На основе оценки характеристик ОЯ, данных об изменении числа дней с переходом через 0°C и скорости отступления берегов был сформирован массив данных для расчета комплексного показателя, характеризующего негативные воздействия климатических факторов на наземные экосистемы в Северо-Западном регионе России. Для решения этой задачи значения каждого показателя были переведены в относительные единицы, нормированы и затем просуммированы для каждой территориальной единицы. Для выбора оптимального метода нормирования были проанализированы и опробованы различные подходы к решению этой задачи, используемые в отечественной и зарубежной практике. В результате было принято решение использовать линейную нормировку по формуле: $X_{\text{норм}} = (X_{\text{исх}} - X_{\text{мин}}) / (X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}})$. Этот подход наиболее прост и экономичен с точки зрения затрат машинного времени и дает результаты, несущественно отличающиеся от результатов использования более сложных методов (например, сигмоидной функции).

В работе была сделана попытка определить вклад каждого из рассмотренных факторов на основе литературных источников. Однако оказалось, что полученные данные по этой тематике сильно различаются (Королева и др., 2017; Лескинен и др., 2020; Ольсон, 2011; Хлебникова и др., 2018). Так как целью данной работы является оценка погодноклиматических воздействий на наземные экосистемы в крупных территориальных единицах Северо-Западного региона РФ, было принято решение учитывать эти факторы с равными весами, хотя в каждом конкретном месте их веса могут различаться.

В табл. 1 представлены нормированные значения комплексного показателя, характеризующего негативные воздействия климатических факторов на наземные экосистемы. Из табл. 1 видно, что негативные воздействия погод-

Таблица 1. Нормированные значения комплексного показателя, характеризующего негативные воздействия климатических факторов на наземные экосистемы в Северо-Западном регионе России

Субъект РФ	Комплексный показатель (в долях единицы)
Ненецкий автономный округ	1.0
Архангельская область:	
северная часть	0.8
южная часть	0.6
Мурманская область:	
северная часть	0.7
южная часть	0.6
Республика Коми	0.6
Вологодская область	0.5
Республика Карелия	0.5
Ленинградская область	0.4
Санкт-Петербург	0.4
Новгородская область	0.4
Псковская область	0.3
Калининградская область	0.3

ноклиматических факторов на наземные экосистемы наиболее сильно выражены в северной части рассматриваемого региона и, прежде всего, на побережье Баренцева моря. В этом районе (в зонах тундры и лесотундры) величина показателя принимает наибольшие значения (0.7–1.0). Здесь наиболее высокую повторяемость имеют опасные погодные явления, связанные с сильным ветром и интенсивными гололедно-изморозевыми отложениями (3–5 случаев ОЯ в году). Наблюдается интенсивная абразия берегов, обусловленная постепенным увеличением уровня моря, разрушением многолетнемерзлых пород и повышением штормовой активности северных морей из-за уменьшения ледового покрова. Статистически значимо увеличивается число дней с переходом через 0°C.

По мере продвижения на юг значение комплексного показателя постепенно снижается до 0.5–0.6. В южных частях Архангельской и Мурманской областей, республиках Коми и Карелии, Вологодской области среднее годовое число случаев с ОЯ уменьшается до 1–2. Однако при этом меняется структура основных составляющих

этого показателя. Увеличивается повторяемость экстремальных жидких осадков и волн тепла. Растет число дней с повышенной пожароопасностью и т.д.

В Ленинградской, Новгородской, Псковской и Калининградской областях, а также в Санкт-Петербурге величина комплексного показателя принимает наименьшие для Северо-Западного региона значения — 0.3–0.4. Среднее годовое число случаев с ОЯ здесь в основном не превышает 1 случая. Уменьшается или остается относительно постоянным число дней с переходом через 0°C. Однако в условиях климатических изменений в этом регионе также представляет опасность разрушение морских побережий под воздействием зимних штормов. Это особенно актуально для Санкт-Петербурга, Ленинградской и Калининградской областей.

ВЫВОДЫ

Основные погодно-климатические риски для наземных экосистем Северо-Западного региона России обусловлены воздействием опасных метеорологических явлений (засухи, природные пожары, экстремальные скорости ветра, сильные ливни и снегопады, гололедно-изморозевые отложения и др.), а также последствиями медленных климатических изменений (изменение температурного режима, в частности, рост числа переходов температуры воздуха через 0°C, и разрушение морских побережий). На основе оценки характеристик опасных явлений, данных об изменении числа дней с переходом через 0°C и скорости отступления берегов был сформирован массив данных для расчета комплексного показателя, характеризующего негативные воздействия климатических факторов на наземные экосистемы Северо-Запада России. Было определено, что воздействия погодно-климатических факторов на наземные экосистемы наиболее сильно выражены в северной части рассматриваемого региона и, прежде всего, на побережье Баренцева моря. По мере продвижения на юг значения всех показателей постепенно снижаются, при этом меняется и их структура.

Результаты, полученные в данной работе, позволили выявить в рассматриваемом регионе территории с различной величиной комплексного показателя, характеризующего негативные воздействия климатических факторов на наземные экосистемы, и рассмотреть структуру его составляющих в разных климатических и природных зонах. Представленный подход позволяет проводить мониторинг как итоговых значений этого показателя, так и его составляющих и оценивать влияние наблюдаемых и ожидаемых климатических изменений на состояние экосистем. Комплексные оценки негативных воздействий

изменяющихся климатических условий на наземные экосистемы могут быть использованы при принятии решений по разработке стратегии экологической безопасности регионов РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ананичева М.Д., Анохин Ю.А., Асарин А.Е. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. Гл. 6. Природные экосистемы суши / науч. ред. С.М. Семенов. М.: Планета, 2012. С. 190–265.
- Васильев М.П., Каширина Е.В., Аментьева Е.М. База данных “Погодно-климатические риски для отраслей экономики и социальной сферы субъектов Российской Федерации”: Свидетельство о государственной регистрации базы данных RU 2018620868, 19.06.2018. Заявка № 2018620494 от 26.04.2018. Федеральная служба по интеллектуальной собственности. М., 2018.
- Васильев М.П., Каширина Е.В. Технология оценки погодно-климатических рисков на языке SQL // Некоторые актуальные проблемы современной математики и математического образования. Герценовские чтения: матер. науч. конф. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2019. С. 243–248.
- Васильев М.П. Погодно-климатические и экологические риски для наземных экосистем в Северо-Западном регионе России // Геология, геоэкология, эволюционная география: колл. монография / ред. Е.М. Нестеров, В.А. Снытко. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. Т. XIX. С. 233–238.
- Воздействие изменения климата на российскую Арктику: анализ и пути решения проблемы / ред. А.О. Кокорин. М.: Всемирный фонд природы, 2008. 27 с.
- Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. М.: Росгидромет, 2014. 59 с.
- Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / ред. В.М. Катцов. СПб.: ГГО им. А.И. Воейкова, 2017. 106 с.
- Изменения климата Арктики: место климатической науки в планировании адаптации / ред. В.М. Катцов. СПб.: ГГО им. А.И. Воейкова, 2017. 104 с.
- Информационный бюллетень о состоянии геологической среды прибрежно-шельфовых зон Баренцева, Белого и Балтийского морей в 2018 г. СПб.: ВСЕГЕИ, 2019. 99 с.
- Катцов В.М., Школьник И.М., Ефимов С.В., Константинов А.В., Павлова В.Н., Павлова Т.В., Хлебникова Е.И., Пикалева А.А., Байдин А.В., Борисенко В.А. Развитие технологии вероятностного прогнозирования регионального климата на территории России и построение на ее основе сценарных прогнозов изменения климатических воздействий. Ч. 1: Постановка задачи и численные эксперименты // Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 7–29.

- Катцов В.М., Школьник И.М., Павлова В.Н., Хлебникова Е.И., Ефимов С.В., Константинов А.В., Павлова Т.В., Пикалева А.А., Рудакова Ю.А., Саль И.А., Байдин А.В., Задворных В.А. Развитие технологии вероятностного прогнозирования регионально-го климата на территории России и построение на ее основе сценарных прогнозов изменения климатических воздействий на секторы экономики. Ч. 2: Оценки климатических воздействий // Труды ГГО. 2019. Вып. 593. С. 6–52.
- Катцов В.М., Хлебникова Е.И., Школьник И.М., Рудакова Ю.Л. Вероятностное сценарное прогнозирование регионального климата как основа разработки адаптационных программ в экономике Российской Федерации // Метеорология и гидрология. 2020. № 5. С. 46–58.
<https://doi.org/10.3103/S1068373920050039>
- Королева Т.С., Константинов А.В., Шунькина Е.А. Угрозы и социально-экономические последствия изменения климата для лесного сектора // Труды Санкт-Петербург. науч.-исслед. ин-та лесного хозяйства. 2015. № 3. С. 55–71.
- Королева Т.С., Константинов А.В., Кушнир Е.А., Торжков И.О. Результаты стандартизированной оценки уязвимости лесного сектора Российской Федерации в условиях наблюдаемых эффектов климатической изменчивости // Труды Санкт-Петербург. науч.-исслед. ин-та лесного хозяйства. 2017. № 3. С. 13–22.
- Леса России и изменение климата. Что нам может сказать наука 11 / ред. П. Лескинен, М. Линднер, П.Й. Веркерк, Г.Я. Набуурс, Й. Ван Брусселен, Е. Куликова, М. Хассегава, Б. Леринк. Европейский ин-т леса, 2020.
<https://doi.org/10.36333/wscut11>
- МГЭИК, 2012 г. Резюме для политиков Специального доклада по управлению рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата / Специальный докл. Рабочих I и II Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Cambridge, NY: Cambridge Univ. Press. 19 с.
- МГЭИК, 2014. Изменение климата, 2014 г. Воздействия, адаптация и уязвимость — Резюме для политиков. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Всемирная Метеорологическая Организация, Женева, Швейцария. Cambridge, NY: Cambridge Univ. Press. 34 с.
- Метеорологический ежемесячник. Росгидромет, 2017, 2018, 2019. Вып. 1, 2, 3.
- Методические рекомендации по расчету специализированных климатических характеристик для обслуживания различных отраслей экономики. Строительство. Транспорт. СПб.: ГГО им. А.И. Воейкова, 2017. 160 с.
- Национальный Атлас России. Т. 2. Природа и экология. М.: ФГУП “ГОСГИСЦЕНТР”, 2004. 495 с.
- Олсон Р. Бореальные леса и изменение климата (пер. с англ.) // Устойчивое лесопользование. 2011. № 3 (28). С. 27–38.
- РД 52.04.563–2002. Критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормового сообщения. Росгидромет, 2002. 28 с.
- РД 52.04.720–2009. Положение о реперных климатических станциях. Росгидромет, 2009. 15 с.
- Состояние арктических морей и территорий в условиях изменения климата: Сб. тезисов Всерос. конф. с междунар. уч. Архангельск: ИД САФУ, 2014. 199 с.
- Торжков И.О., Кушнир Е.А., Константинов А.В., Королева Т.С., Ефимов С.В., Школьник И.М. Оценка влияния ожидаемых изменений климата на лесное хозяйство // Метеорология и гидрология. 2019. № 3. С. 40–49.
<https://doi.org/10.3103/S1068373919030038>
- Хлебникова Е.И., Катцов В.М., Пикалева А.А., Школьник И.М. Оценка изменения климатических воздействий на экономическое развитие территории российской Арктики в XXI веке // Метеорология и гидрология. 2018. № 6. С. 5–19.
<https://doi.org/10.3103/S1068373918060018>
- Хлебникова Е.И., Рудакова Ю.Л., Школьник И.М. Изменение режима атмосферных осадков на территории России: результаты регионального климатического моделирования и данные наблюдений // Метеорология и гидрология. 2019. № 7. С. 5–16.
<https://doi.org/10.3103/S106837391907001X>
- Школьник И.М., Ефимов С.В. Региональная модель нового поколения для территории северной Европы // Труды ГГО. 2015. Вып. 576. С. 201–211.
- Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / ред. Н.В. Кобышева, К.Ш. Хайруллин. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 319 с.
- ACIA, 2004. Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. ACIA Overview report. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2004. 140 p.
- Arctic Resilience Interim Report 2013. Stockholm: Arctic Council, 2013. 117 p.
- De Groot W.J., Flannigan M.D., Cantin A.S. Climate change impacts on future boreal fire regimes // Forest Ecology and Management. 2013. № 294. P. 35–44.
- FAO, 2013. Climate change guidelines for forest managers. FAO Forestry Paper Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. № 172. 110 p.
- Global Forest Watch. 2019.
<http://www.globalforestwatch.org>
- Green R.E., Harley M., Spalding M., Zockler C. Impacts of Climate Change on Wildlife. RSBP/UNEP WCMC Publication, 1999. 79 p.
- Li F., Lawrence D.M., Bond-Lamberty B. Impact of fire on global land surface air temperature and energy budget for the 20th century due to changes within ecosystems // Environmental Research Let. 2017. Vol. 12. № 4. P. 10–53.
- Tyler N.J.C., Turi J.M., Sundset M.A., et al. Saami reindeer pastoralism under climate change: Applying a general-

ized framework for vulnerability studies to a sub-arctic social-ecological system // *Global Environmental Change*. 2007. Vol. 17. № 2. P. 191–206.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.06.001>

Walker X.J., Baltzer J.L., Cumming S.G., et al. Increasing wildfires threaten historic carbon sink of boreal forest soils // *Nature*. 2019. Vol. 572. P. 520–523.
<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1474-y>

Assessment of the Influence of Climatic Factors on the State of Terrestrial Ecosystems in the Northwestern Region of Russia

M. P. Vasiliev^{a,*}, E. M. Nesterov^b, E. V. Kashirina^{b,**}, and A. V. Lyubimov^b

^aScientific Research Centre for Ecological Safety of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

^bHerzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

*e-mail: mih.vasilev@mail.ru

**e-mail: kashirina@yandex.ru

The article analyzes the change of climatic conditions in the Northwest of Russia, including the characteristics of dangerous hydrometeorological events (cold and heat waves, strong winds, extreme rainfall, snowfall, ice-frost deposits, hail) and slow climatic changes (increase in the number of days with the transition of air temperature through 0°C, coastal abrasion) in connection with their negative impact on terrestrial ecosystems. It was found that the influence of meteorological and climatic factors on terrestrial ecosystems is most pronounced in the northern part of the studied region, especially on the coast of the Barents Sea. Towards the south, the values of all indicators gradually decrease, and their structure changes. In the northern part of the study area (Murmansk and Arkhangelsk oblasts, the Nenets Autonomous Okrug), phenomena associated with strong winds and intensive ice-frost deposition, which contribute to the formation of an ice crust on the Earth's surface, prevail. As one moves away from the coast, severe frost is observed more often (Komi Republic). In the center and south of the region, heavy rainfall, severe frost, and intense heat are the most frequent, resulting in a high fire hazard. The study carried out the ranking of the subjects of the Northwestern Federal District according to the degree of intensity of this process. Comprehensive assessments of the negative impact of changing climatic conditions on terrestrial ecosystems can be used to make decisions on the development of a strategy for environmental security of the regions of the Russian Federation.

Keywords: terrestrial ecosystems, dangerous hydrometeorological events, slow climate change, ranking of territories, Northwestern Federal District

REFERENCES

- ACIA, 2004. *Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. ACIA Overview report*. Cambridge Univ. Press, 2004.
- Ananicheva M.D., Anokhin Yu.A., Asarin A.E. Natural Ecosystems of the Land. Chapter 6. In *Metody otsenki posledstviy izmeneniya klimata dlya fizicheskikh i biologicheskikh system* [Methods for Assessing the Effects of Climate Change on Physical and Biological Systems]. Semenov S.M., Ed. Moscow: Planeta Publ., 2012, pp. 190–265. (In Russ.).
- Arctic Resilience Interim Report 2013*. Stockholm: Arctic Council, 2013.
- De Groot W.J., Flannigan M.D., Cantin A.S. Climate change impacts on future boreal fire regimes. *For. Ecol. Manag.*, 2013, no. 294, pp. 35–44.
- Doklad o klimaticheskikh riskakh na territorii Rossiiskoi Federatsii* [Report on Climate Risks in the Territory of the Russian Federation]. Kattsov V.M., Ed. St. Petersburg: Glavn. Geofizich. Observatoria im. Voeikova, 2017. 106 p.
- Entsiklopediya klimaticheskikh resursov Rossiiskoi Federatsii* [Encyclopedia of Climatic Resources of the Russian Federation]. Kobysheva N.V., Khairullin K.Sh., Ed. St. Petersburg: Hydrometeoizdat, 2005. 319 p.
- FAO, 2013. *Climate change guidelines for forest managers. FAO Forestry Paper*. Rome: FAO, 2013, no. 172. 110 p.
- Global Forest Watch*, 2019. Available at: <http://www.globalforestwatch.org> (accessed: 04.12.2020).
- Green R.E., Harley M., Spalding M., Zockler C. *Impacts of climate change on wildlife*. RSBP/UNEP WCMC Publication, 1999.
- Informatsionnyi byulleten' o sostoyanii geologicheskoi sredy pribrezhno-shelf'ovykh zon Barentseva, Belogo i Baltiiskogo morei v 2018 g.* [Newsletter on the State of the Geological Environment of the Coastal Shelf Zones of the Barents, White and Baltic Seas in 2018]. St. Petersburg: VSEGEI, 2019. 99 p.
- IPCC, 2012. Summary for Policymakers. In *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: CUP.
- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assess-

- ment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: CUP.
- Izmeneniya klimata Arktiki: mesto klimaticheskoi nauki v planirovanii adaptatsii* [Arctic Climate Change: The Place of Climate Science in Adaptation Planning]. Kattsov V.M., Ed. St. Petersburg: Glavn. Geofizich. Observatoria im. Voeikova, 2017. 104 p.
- Kattsov V.M., Khlebnikova E.I., Shkolnik I.M., Rudakova Yu.L. Probabilistic regional climate project in gas a basis for development of adaptation programs in the economy of the Russian Federation. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2020, vol. 45, no. 5, pp. 330–338. <https://doi.org/10.3103/S1068373920050039>
- Kattsov V.M., Shkolnik I.M., Efimov S.V., Konstantinov A.V., Pavlova V.N., Pavlova T.V., Khlebnikova E.I., Pikaleva A.A., Baidin A.V., Borisenko V.A. Development of a technique for regional climate probabilistic projections over the territory of Russia aimed at building scenarios of climate impacts on economy sectors. Part 1: Task definition and numerical experiments. *Trudy GGO*, 2016, vol. 583, pp. 7–29. (In Russ.).
- Kattsov V.M., Shkolnik I.M., Pavlova V.N., Khlebnikova E.I., Efimov S.V., Konstantinov A.V., Pavlova T.V., Pikaleva A.A., Rudakova Yu. L., Sall I.A., Baidin A.V., Zadornyykh V.A. Development of a technique for regional climate probabilistic projections over the territory of Russia aimed at building scenarios of climate impacts on economy sectors. Part 2: Climate impact projections. *Trudy GGO*, 2019, vol. 593, pp. 6–52. (In Russ.).
- Khlebnikova E.I., Kattsov V.M., Pikaleva A.A., Shkolnik I.M. Assessment of climate change impacts on economic development of the Russian arctic in the 21st century. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2018, vol. 43, no. 6, pp. 347–356. <https://doi.org/10.3103/S1068373918060018>
- Khlebnikova E.I., Rudakova Yu.L., Shkolnik I.M. Changes in precipitation regime over the territory of Russia: Data of regional climate modeling and observations. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2019, vol. 44, no. 7, pp. 431–439. <https://doi.org/10.3103/S106837391907001X>
- Koroleva T.S., Konstantinov A.V., Shunkina E.A. Threats and socio-economic impacts of climate change for the forest sector. *Trudy S.-Peterb. Nauch.-Issled. Inst. Lesn. Khoz.*, 2015, no. 3, pp. 55–71. (In Russ.).
- Koroleva, Konstantinov A.V., Kushnir E.A., Torzhkov I.O. Results of standardized vulnerability assessment of forestry in Russia in the impact of climate variability. *Trudy S.-Peterb. Nauch.-Issled. Inst. Lesn. Khoz.*, 2017, no. 3, pp. 13–22. (In Russ.).
- Li F., Lawrence D.M., Bond-Lamberty B. Impact of fire on global land surface air temperature and energy budget for the 20th century due to changes within ecosystems. *Environ. Res. Lett.*, 2017, vol. 12, no. 4, pp. 10–53.
- Meteorologicheskii ezheмесячный. Vyp. 1–3* [Meteorological Monthly. Vol. 1–3]. Rosgidromet, 2017–2019.
- Metodicheskie rekomendatsii po raschetu spetsializirovannykh klimaticheskikh kharakteristik dlya obsluzhivaniya razlichnykh otraslei ekonomiki. Stroitel'stvo. Transport* [Methodological Recommendations for the Calculation of Specialized Climatic Characteristics for Servicing Various Sectors of the Economy. Construction. Transport]. St. Petersburg: Glavn. Geofizich. Observatoria im. Voeikova, 2017. 160 p.
- Natsional'nyi atlas Rossii. Tom 2. Priroda i ekologiya* [The National Atlas of Russia. Vol. 2. Nature and Ecology]. Moscow: FGUP “GosGISTsentr”, 2004. 495 p.
- Ohlsson R. Boreal Forest and climate change. *Ustoichivoe Lesopol.*, 2011, vol. 28, no. 3, pp. 27–38. (In Russ.).
- RD 52.04.563–2002. *Kriterii opasnykh gidrometeorologicheskikh yavlenii i poryadok podachi sh tormovogo soobshcheniya* [Guidance Document 52.04.563–2002. Criteria for Dangerous Hydrometeorological Phenomena and the Procedure for Submitting a Storm Message]. Rosgidromet, 2002. 28 p.
- RD 52.04.720–2009. *Polozhenie o repornykh klimaticheskikh stantsiyakh* [Guidance Document 52.04.720–2009. Regulations on Reference Climate Stations]. Rosgidromet, 2009. 15 p.
- Russian forests and climate change. What Science Can Tell Us 11. Leskinen P., Lindner M., Verkerk P.J., Nabuurs G.J., Van Brusselen J., Kulikova E., Hassegawa M., Lerink B., Eds. European Forest Institute, 2020. <https://doi.org/10.36333/wscu11>
- Shkolnik I.M., Efimov S.V. A new generation regional climate model for northern Eurasia. *Trudy GGO*, 2015, vol. 576, pp. 201–211. (In Russ.).
- Sostoyaniye arkticheskikh morei i territorii v usloviyakh izmeneniya klimata. Sb. tezisev Vseross. Konf. s mezhdun. uchastiem* [The State of the Arctic Seas and Territories in the Conditions of Climate Change: Abstracts of the All-Russian Conf. with Int. Participation]. Arkhangel'sk: ID SAFU. 199 p.
- Torzhkov I.O., Kushnir E.A., Konstantinov A.V., Koroleva T.S., Efimov S.V., Shkolnik I.M. Assessment of future climate change impacts on forestry in Russia. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2019, vol. 44, no. 3, pp. 180–186. <https://doi.org/10.3103/S1068373919030038>
- Tyler N.J.C., Turi J.M., Sundset M.A., et al. Saami reindeer pastoralism under climate change: Applying a generalized framework for vulnerability studies to a sub-arctic social-ecological system. *Glob. Environ. Change*, 2007, vol. 17, no. 2, pp. 191–206. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.06.001>
- Vasilev M.P., Kashirina E.V. Technology of weather and climate risks assessment in terms of SQL language. In *Nekotorye aktual'nye problemy sovremennoi matematiki i matematicheskogo obrazovaniya. Gertsenovskie chteniya: Materialy Nauch. Konf.* [Some Actual Problems of Modern Mathematics and Mathematical Education. Herzen Readings: Materials of the Sci. Conf.]. St. Petersburg: RGPU im. Gertsena, 2019, pp. 243–248. (In Russ.).
- Vasilev M.P., Kashirina E.V., Akentieva E.M. Database “Weather and Climate Risks for Economic and Social Sectors of the Subjects of the Russian Federation”. Certificate of state registration of the database RU 2018620868, 19.06.2018. № 2018620494, 26.04.2018.

- Federal Service for Intellectual Property. Moscow, 2018.
- Vasiliev M.P. Weather, climate, and environmental risks for terrestrial ecosystems in the north-western region of Russia. In *Geologiya, geoekologiya, evolyutsionnaya geografiya: kollektivnaya monografiya. Tom 19* [Geology, Geoecology, Evolutionary Geography: A Collective Monograph. Vol. 19]. Nesterov E.M., Snytko V.A., Eds. St. Petersburg: RGPU im. Gertsena, 2020, pp. 233–238. (In Russ.).
- Vozdeistvie izmeneniya klimata na rossiiskuyu Arktiku: analiz i puti resheniya problemy* [The Impact of Climate Change on the Russian Arctic: Analysis and Solutions to the Problem]. Kokorin A.O., Ed. Moscow: WWF, 2008. 27 p.
- Vtoroi otsenochnyi doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii. Obshchee rezюме* [The Second Evaluation Report of Roshydromet on Climate Change and Its Consequences on the Territory of the Russian Federation. General Summary]. Moscow: Rosgidromet, 2014. 59 p.
- Walker, X.J., Baltzer, J.L., Cumming, S.G., et al. Increasing wildfires threaten historic carbon sink of boreal forest soils. *Nature*, 2019, vol. 572, pp. 520–523. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1474-y>

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ПРИРОДНЫЕ РИСКИ ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЮЖНО-УССУРИЙСКОГО ГОРОДИЩА

© 2024 Н. Г. Разжигаева^{1, *}, Л. А. Ганзей¹, Т. А. Гребенникова¹, С. Д. Прокопец²,
О. Л. Морева³, Д. М. Поперечный³, Е. Ю. Шаповалов²

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

²Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН, Владивосток, Россия

³Научно-производственный центр Историко-культурной экспертизы, Владивосток, Россия

*e-mail: nadyar@tigdvo.ru

Поступила в редакцию 20.06.2023 г.

После доработки 11.03.2024 г.

Принята к публикации 14.03.2024 г.

Впервые проведено палеогеографическое изучение одного из крупных средневековых городищ Империи Цзинь (1115–1234 гг.) на территории Приморья с целью анализа малоамплитудной климатической ритмики во время заселения крупной речной долины. Получены новые данные по хронологии событий на основе радиоуглеродного датирования древесного угля и тефростратиграфии. Установлено, что начало активного освоения представителями кроуновской культуры (IV в. до н.э. — III в. н.э.) происходило при относительно засушливых условиях, связанных со снижением интенсивности летнего муссона. Смена климатического режима произошла в X в., когда резко возросла увлажненность. Пик потепления пришелся на XI в. Именно в это время здесь возникает средневековое поселение, существовавшее до постройки крепости. Его слои залегают под крепостным валом. Данные по культурным слоям внутри городища дали возможность получить характеристики природной среды во время проживания чжурчжэней (XII–XIII вв.). Показано, что культурные слои включают переотложенный органогенный материал, который несет информацию о более ранних этапах заселения городища. Установлено, что существенные изменения природных остепненных ландшафтов произошли при освоении долины в раннем средневековье. На основе палинологических данных выделены признаки земледелия и другой хозяйственной деятельности, включая выращивание культурных растений, развития рудеральных растений и апофитов, а также спор грибов-патогенов. В период освоения территории основные риски были связаны с прохождением сильных наводнений. Среди культурных слоев обнаружены слои суглинков, свидетельствующих о неоднократном затоплении городища. Биоиндикаторами сильных паводков являются аллохтонные диатомеи, представленные видами, обитавшими в водной среде.

Ключевые слова: наводнения, засухи, палеоландшафты, криптотефра влк. Байтоушань, малый оптимум голоцена, Империя Цзинь, государство Восточное Ся

DOI: 10.31857/S2587556624020059, EDN: DSXKMA

ВВЕДЕНИЕ

Первые люди в районе современного города Уссурийска появляются в период верхнего палеолита. Существует ряд археологических сборов на разрушенных памятниках, располагавшихся на Илюшкиной и Красноярской сопках в Уссурийском городском округе, которые можно датировать поздним палеолитом (12–10 тыс. л.н.) (Кузнецов, 2016). В районе 8–7 тыс. л.н. неолитические племена начинают осваивать долину р. Раздольная, включая территорию современного Уссурийска. Интенсивное строительство города полностью стерло эти памятники и свидетельства о них. В железном веке и Средневеко-

вые территория Приморья активно осваивалась. В IV в. до н.э. — III в. н.э. внутренние области края были заселены представителями кроуновской культуры, основным направлением хозяйственной деятельности которых было земледелие. Их миграция из Маньчжурии и расселение во многом было связано с похолоданием и иссушением климата (Вострецов, 2013; Короткий, 2009). Кроуновцы стали селиться и на территории современного Уссурийска. Свидетельство этому обнаружено и в ходе полевых работ, предшествующих написанию данной статьи. В раннем средневековье Южное Приморье осваивали племена мохэ (VI–VII в.), многокомпонентное хозяйство которых было хорошо адаптировано

к условиям меняющегося климата (Пискарева и др., 2019).

С VII в. территория входила в состав крупных государств — Империю Бохай (698–926 гг.), а после объединения племен чжурчжэней — в Империю Цзинь (1115–1234 гг.) и государство Восточное Ся (1215–1233 гг.). В это время население края сильно возросло, а на территории современного Уссурийска и в его окрестностях появилось несколько крупных городищ: Южно-Уссурийское, Западно-Уссурийское, Красноярское. Вокруг этих городищ располагалось множество сельских поселений, колодцев, редутов, дорог, могильников и т.д. (Асташенкова и др., 2018; Забелина, 1960; Федоров, 1916). Антропогенная нагрузка на природную среду многократно увеличилась, но, когда начались существенная трансформация ландшафтов и развитие вторичных растительных сообществ, можно выяснить только на основе палеогеографического материала, полученного на археологических стоянках или природных разрезов вблизи поселений.

Связь климатических изменений и влияния их на ресурсную базу и хозяйственную деятельность древнего человека анализировалось в ряде работ (Вострецов, 2013; Короткий, 2009; и др.), сделан обзор, посвященный связи основных палеогеографических событий с миграциями населения и хозяйственной деятельности разных культур, начиная с позднего палеолита до средневековья (Лящевская и др., 2023), но взаимосвязи природной среды и хозяйствования в позднем средневековье уделялось мало внимания. Геоархеологические исследования, проведенные на Южно-Уссурийском городище, а также синтез новых высокоразрешающих палеогеографических построений позволяют охарактеризовать палеоклиматические события и ландшафтные изменения в одной из крупных речных долин юга Приморья с конца IX в.

Южно-Уссурийское городище, одно из крупных средневековых поселений в Южном Приморье, площадью около 100 га. Оно расположено в пределах современного Уссурийска, является многослойным археологическим памятником. Крепость построена во времена Империи Цзинь и существовала при образовании государства Восточное Ся (Артемьева, 2008; Асташенкова и др., 2018). Постройки древнего города — крепостной вал, контуры домов и улицы были хорошо выражены во времена первых российских переселенцев (Буссе, 1888; Федоров, 1916). Эта территория является удобным местом и начала осваиваться задолго до чжурчжэней (Вострецов, 2013). Во время археологических работ 2021 г. под руководством О.Л. Моревой найдено жилище кроуновской культуры (IV–II вв. до н.э.), что говорит о заселении этого участка долины р. Раздольная (Суйфун) с времен раннего железного

века. Предполагалось, что в средние века в городище могли жить бохайцы (Федоров, 1916), но археологических подтверждений этому не найдено (Артемьева, 2008). Развитие природной среды во время заселения бассейна р. Раздольной в средние века изучены на примерах таких бохайских памятников, как Старореченское городище и Абриковское поселение (Лящевская и др., 2022; Разжигаева и др., 2020а). Одним из факторов, определявших хозяйствование на этой территории, были контрастные климатические флуктуации, характеризовавшиеся короткопериодными потеплениями, похолоданиями и резким изменением увлажнения (Вострецов, 2013; Лящевская и др., 2023). Цель статьи — проанализировать климатические условия во время заселения территории Южно-Уссурийского городища с начала освоения и природные риски, оказывавшие негативное влияние на освоение долинных ландшафтов, и найти палеогеографических свидетельства хозяйственной деятельности на этой территории.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЙ

Район исследования расположен в среднем течении р. Раздольная, где долина в районе Уссурийска резко меняет ориентацию. Здесь на рубеже среднего-позднего плейстоцена произошел перехват за счет боковой эрозии — низкопорядковая река япономорского бассейна разрушила Кедровско-Утесный водораздел и перехватила сток палео-Раздольной, которая до перехвата принадлежала бассейну палео-Амура (Павлюткин, Боровский, 1988). Возможно, перехват произошел в одну из холодных фаз среднего плейстоцена (Белянина и др., 2009).

Климат района муссонный, с большим температурным контрастом по сезонам в сравнении с япономорским побережьем. По данным агрометеорологической станции “Тимирязевский” среднегодовая температура составляет +3.2°C, средняя температура января –19.1°C, средняя температура августа +20.9°C. Абсолютный минимум температуры –38.8°C, максимум +45.5°C. Сумма активных температур составляет 2600–2400°C. Среднегодовое количество осадков 622 мм, максимум выпадает в августе (119 мм), максимальное суточное выпадение 198 мм зарегистрировано в 1950 г. Влажность воздуха 65–85%. Преобладающее направление ветров — южное (45%). Безморозный период 150–160 дней (Научно-прикладной ..., 1988).

Питание р. Раздольная преимущественно дождевое, сток талых вод ≤10%. Водный режим характеризуется низким весенним половодьем, паводки (до 3–8 в год) проходят в летне-осенний сезон. Пойма частично затопляется примерно раз в 2 года, сильные наводнения с полным затоплением поймы наблюдаются раз в 7 лет, ка-

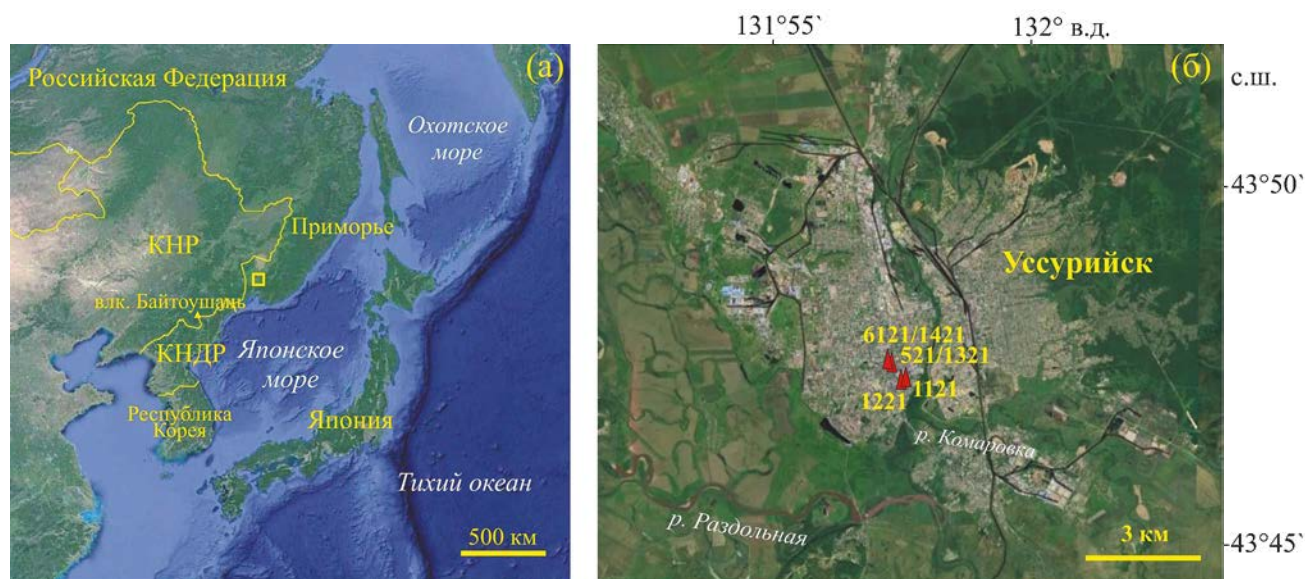


Рис. 1. Район работ (а), отмечен желтым квадратом, и положение изученных разрезов (б).

тастрофические с подъемом уровня до 6 м — раз в 16 лет. Вода отличается большой мутностью, в августе—сентябре выносятся до 50% годового объема твердого стока (Карасев, Гарцман, 2002). Высокой мутности речных вод, вероятно, способствует развитие покровных бурых суглинков западнее Уссурийска (Павлюткин, Боровский, 1988). Вопрос о борьбе с затоплением города ставился еще до революции (Калинин, 2015). Во время крупного наводнения, вызванного тайфуном в 1896 г., был затоплен весь Никольск-Уссурийский¹, основные осадки выпали в верховьях р. Суйфун. Сильные наводнения с гибелью людей, скота, разрушениями в XX в. были в 1900, 1906, 1910, 1914, 1928, 1931, 1932, 1938, 1943, 1950, 1954, 1956 и др. годах (Устиновская, Кац, 1962). Из последних событий самым разрушительным был тайфун “Гони” в августе 2015 г. Сильные подтопления города были в 2017–2019 гг., катастрофическое наводнение произошло в 2023 г. Одним из факторов, способствующих подъему уровня воды, является сужение долины ниже Уссурийска около Барановского палеовулкана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2021 г. в Пехотном переулке проводился комплекс спасательных археологических работ в ходе прокладки труб водоснабжения Уссурийска (рис. 1). Археологические исследования проводились согласно методическим рекомендациям “Положения о порядке проведения археологических полевых работ и составления научной отчет-

ной документации”. В комплекс исследований входил сбор архивных данных о месте проведения работ, наблюдение за ходом строительства, сбор подъемного материала. При обнаружении археологического объекта (жилища, хозяйственной ямы, вала, каменной кладки и т.д.) территория изучалась мелкими зачистками по пластам не более 10 см. Все обнаруженные артефакты (остатки керамической посуды, черепицы, кирпичей, индивидуальные находки и др.) наносились на планы раскопа в единую координатную сетку по пластам. Геоархеологические исследования опирались на биостратиграфические методы, радиоуглеродное датирование и тефростратиграфию.

Основной раскоп находился напротив дома 3, где вскрыты жилища с канами (отопительная система, представленная теплыми лежаками, подогреваемыми дымом из очага, проходящим через дымоходные каналы, которые расположены под лежаками). Опробование с палеогеографическими целями проводилось на начальном (разрезы 521, 43°46'58.15" с.ш., 131°57'17.22" в.д., 621) и на заключительном (разрезы 1121, 43°46'54.57" с.ш., 131°57'19.27" в.д., 1221–1421) этапах раскопок (рис. 2). Описаны и опробованы стенки траншеи на месте вала в южной части городища. Всего отобрано 76 проб.

Выполнены спорово-пыльцевой и диатомовый анализы по стандартным методикам. Определение диатомей проводилось в постоянных препаратах с помощью микроскопа “Ах-иоскор”, при увеличении ×1000. На диаграмму вынесены основные таксоны, отражающие изменение экологических условий во время заселе-

¹ Название Уссурийска до 1935 г.

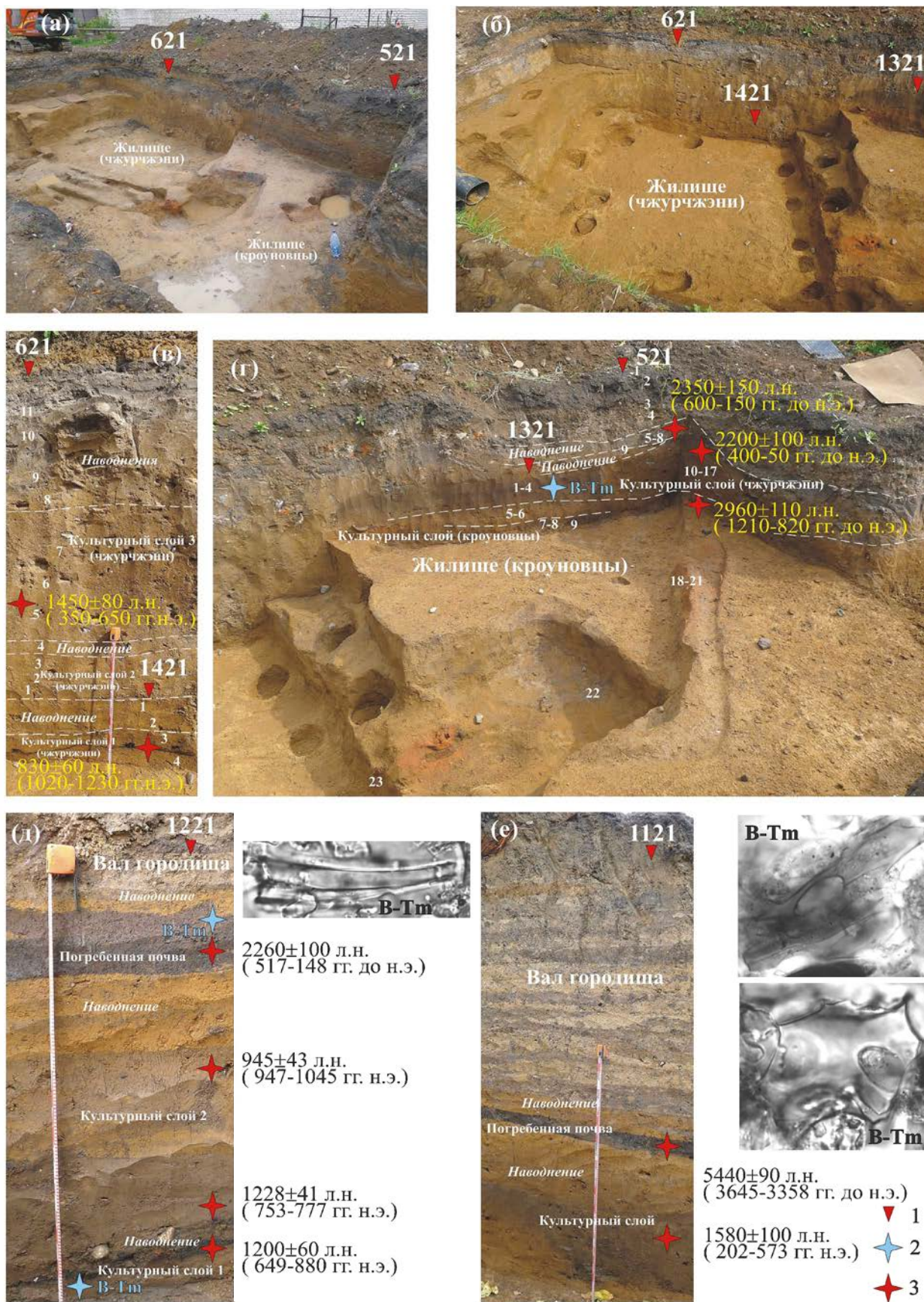


Рис. 2. Строение изученных разрезов: (а) основной раскоп, в основании которого вскрыты нижние части жилищ крауновцев и чжурчженей с канами; (б) раскоп, вскрывший основания жилищ ниже канов; (в, г) изученные разрезы в основном раскопе с указанием положения отобранных образцов, ^{14}C -дат и отложений крупных наводнений; (д, е) изученные разрезы в раскопе под валом городища; фото — вулканическое стекло В-Тм. 1 — изученные разрезы; 2 — находки криптотефры В-Тм; 3 — ^{14}C -даты.

ния городища. Спорово-пыльцевые диаграммы построены с использованием программы Tilia v. 2-0-41 (Grimm, 2004). Отмечалось присутствие непыльцевых палиноморф, фитолитов и микроуглей. Фитолиты определялись в постоянных препаратах с канадским бальзамом (Гольева, 2001).

Радиоуглеродное датирование угля из культурных слоев проведено в Институте наук о Земле СПбГУ (Санкт-Петербург), AMS-датирование — в Новосибирском ГУ (Новосибирск) с подготовкой образцов в ЦКП “Геохронология кайнозоя” ИАЭТ СО РАН (Новосибирск). Радиоуглеродное датирование жидкостно-сцинтилляционным методом вытяжек гуминовых кислот из культурных слоев и палеопочвы выполнено с целью определить возраст переотложенного органогенного материала. Перевод радиоуглеродных дат в календарные сделан по программе OxCal 4.4 с использованием калибровочной кривой “IntCal 20” (<http://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>). В разрезах найдена криптотефра В-Тм влк. Байтоушань. Идентификация источника сделана по результатам рентгено-спектрального микроанализа (EPMA) вулканического стекла с применением сканирующего электронного микроскопа MIRA3 FE фирмы TESCAN и системы микроанализа Aztec компании Oxford Instruments в Радиовом институте им. В.Г. Хлопина (Санкт-Петербург).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Стратиграфия разрезов

Изученные разрезы вскрыли разновозрастные культурные слои (см. рис. 2). Археологический материал показывает, что территория осваивалась представителями разных культур на протяжении последних ~2.5 тыс. лет. В основном раскопе в днище вскрыты два жилища с дымоходными каналами: в южной части — кроуновской культуры (IV—III вв. до н.э. по III в. н.э.), в северной — чжурчжэней (XII—XIII вв.). Разрез 521 в северо-восточной стенке раскопа включает следующие слои: современная антропогенная почва (0.3 м); строительный мусор XIX—XX в. (0.3 м); суглинок темно-коричневый в основании с линзами разнозернистого песка (0.35 м); культурный слой чжурчжэней (0.5 м), лежит на кроуновском слое. Культурный слой кроуновской культуры (0.20 м) отобран в днище раскопа, лежит на рыжевато-коричневом суглинке с песком (0.5 м) и разнозернистом ожелезненном песке (0.45 м). Здесь же в стенке опробовано кроуновское жилище (разрез 1321), в том числе остатки крыши и пол, покрытый сгоревшей соломой (общая мощность 0.15 м), и материк — желтый суглинок (0.1 м). Средневековые культурные слои вскрыты в этой же стенке в разрезах

621 и 1421: почва (0.1 м); строительный мусор (0.4 м); суглинок темно-коричневый с серым оттенком (0.4 м); суглинок желтовато-коричневый (0.4 м); культурный слой 3 (0.3 м); суглинок желтый (0.1 м); культурный слой 2 (0.2 м); суглинок желтый (0.2 м); культурный слой 1 (0.2 м) с прослоем древесного угля.

Южнее в разрезах 1121 и 1221 в районе вала вскрыты два средневековых культурных слоя и погребенная антропогенная почва, разделенные и перекрытые слоями суглинков и песка, образованными в наводнения (см. рис. 2). Подробное описание стратиграфии разрезов приведено (Разжигаета и др., 2023).

Хронология

Из культурного слоя кроуновской культуры получена ^{14}C -дата 2960 ± 110 л.н. (1210–820 гг. до н.э.), LU-10421 (табл. 1), свидетельствующая о том, что при заселении переоткладывался более древний органогенный материал. Из гумуса культурного слоя чжурчжэней и перекрывающего суглинка в разрезе 521 получены датировки 2200 ± 100 л.н. (400–50 гг. до н.э.), LU-10420; 2350 ± 150 л.н. (600–150 гг. до н.э.), LU-10419, что свидетельствует о том, что в этой части перерабатывался материал, образованный во время кроуновского поселения. Более молодой возраст имеет гумус из культурного слоя 3 разреза 621: 1450 ± 80 л.н. (350–650 гг.), LU-10422, здесь переотложен органогенный материал, образованный во время развития в долине культуры мохэ. По древесному углю из культурного слоя 1 получена ^{14}C -дата 830 ± 60 л.н. (1121 ± 60 г.), отвечающая начальному этапу образования Южно-Уссурийского городища, что хорошо совпадает с археологическими данными (Артемьева, 2008). При раскопках в этой же части городища (современные улицы Лермонтова и Нечаева) были выделены два культурных слоя (строительных горизонтов), нижний образован во время существования Империи Цзинь, верхний — государства Восточное Ся (Артемьева, 2008). Не исключено, что культурный слой 1 (разрез 1421) относится к более раннему заселению во время Империи Цзинь, а культурные слои 2–3 (разрез 621), разделенные маломощным слоем суглинка, соотносятся с верхним строительным горизонтом, образованным при государстве Восточное Ся.

Культурные слои и погребенная почва, вскрытые под валом (разрезы 1121 и 1221) образованы в период между серединой X в. и до постройки крепости в начале XII в. AMS-дата 945 ± 43 л.н. (1006 ± 43 г.), GV-03995 из угля наиболее близко отвечает этому этапу заселения городища. Надежным временным репером является криптотефра В-Тм кальдерообразующего извержения влк. Байтоушань (946–947 гг.),

Таблица 1. Радиоуглеродный и календарный возраст угля и органического материала, Южно-Уссурийское городище

Лаб. номер	Номер образца	Интервал, м	Материал	^{14}C возраст, лет	Календарный возраст, кал. лет (2 σ)	Календарный возраст, (2 σ)
LU-10428	1/1421	2.43–2.45	Уголь	920 ± 60	830 ± 60	998–1003 гг. (0.5%) 1019–1229 гг. (94%) 1246–1255 гг. (0.9%)
LU-10422	1/621	1.65–1.70	Культурный слой	1560 ± 80	1450 ± 80	265–272 гг. (0.6%) 353–647 гг. (94.8%)
LU-10419	1/521	0.90–0.95	Культурный слой	2310 ± 90	2350 ± 150	756–680 гг. до н.э. (6.7%) 671–607 гг. до н.э. (4.4%) 596–155 гг. до н.э. (84.4%)
LU-10420	2/521	1.30–1.35	Культурный слой	2210 ± 80	2200 ± 100	403–50 гг. до н.э. (95.4%)
LU-10421	3/521	1.45–1.50	Культурный слой	2830 ± 80	2960 ± 110	1213–821 гг. до н.э. (95.4%)
LU-10426	1/1221	2.05–2.10	Почва	2270 ± 70	2260 ± 100	537–532 гг. до н.э. (0.2%) 517–148 гг. до н.э. (94.3%) 135–113 гг. до н.э. (1%)
LU-10412	2/1221	3.07–3.10	Уголь	1290 ± 60	1200 ± 60	649–880 гг. н.э. (95.4%)
GV-03994	11/1221	2.85–2.90	Уголь	1302 ± 36	1228 ± 41	653–777 гг. (95%) 794–797 гг. (0.5%)
GV-03995	7/1221	2.45–2.50	Уголь	1040 ± 34	945 ± 43	894–927 гг. (8.9%) 947–1045 гг. (83.8%) 1085–1093 гг. (0.8%) 1104–1121 гг. (1.9%)
LU-10424	1/1121	2.03–2.08	Почва	4720 ± 80	5440 ± 90	3645–3358 гг. до н.э. (95.4%)
LU-10425	2/1121	2.58–2.63	Культурный слой	1690 ± 90	1580 ± 100	166–187 гг. (1.1%) 202–573 гг. (94.4%)

найденная в основании культурного слоя 1 и в погребенной почве (разрез 1221). Вулканическое стекло имеет трахитовый состав с высоким содержанием K_2O (5.5–6.6%) (Разжигаева и др., 2023), что характерно для тефры влк. Байтоушань, образованной в заключительную стадию извержения (Chen et al., 2016). Вулканическое стекло найдено в разрезе 1321 в выбросах из более раннего чжурчженского жилища (см. рис. 2). Тефра этого извержения обнаружена в ряде разрезов Приморья (Разжигаева и др., 2020б).

Гумус из культурных слоев под валом также имеет более древний возраст, чем культурные слои: грунт поселения включал переотложенный органический материал, образованный в кроуновское время и раннее средневековье (см. табл. 1). Древесные угли в основании разреза (из линзы песка с галькой и культурного слоя 2) были перенесены из более раннего

жилища (1200 ± 60 л.н., 738 ± 64 г., LU-10412; 1228 ± 41 л.н., 723 ± 41 г., GV-03994), по-видимому, освоение территории происходило и в бохайское время.

Палеоландшафтная ситуация

Культурные слои и отложения без артефактов мало насыщены пылью и спорами. В культурном слое кроуновцев (разрез 521) пропорция пылицы древесной растительности несколько превышает долю пылицы трав (рис. 3). Преобладает пыльца лещины и березы, встречается пыльца дуба, единично – хвойных. В группе трав доминирует пыльца представителей сухих местообитаний: полыни, маревых, а также широко представлены сложноцветные, цикориевые, василистник, встречается пыльца гвоздичных, зонтичных, осоковых. По-видимому, в долине более широко, чем в настоящее время (Атлас ..., 2005),

В культурном слое и погребенной почве из разрезов 1121, 1221 обнаружены фитоциты (рис. 5). Встречаются полилопастные, двулопастные и трапецевидные частицы, характерные для луговых злаков увлажненных местообитаний (Сперанская и др., 2016). Найдена луговая трихома и рондель из соцветий или листьев злаков, а также трапецевидные короткие и усеченные короткие частицы, характерные для злаков сухих местообитаний (Сперанская и др., 2016). Встречаются фитоциты длинных эпидермальных клеток злаков в форме зубчатых и перфорированных палочек. Найдена удлиненная пластинка с ровными краями и фитоциты из волосковых

клеток. Крестообразная короткая частица, образующаяся в колосковых чешуях, могла принадлежать культурному просу (*Setaria italica*), одной из основных посевных культур чжурчженей (Артемьева, Болдин, 2015; Сергушева и др., 2016). Есть двулопастные частицы, сходные по морфологии с фитоцитами из листьев проса (Силантьева и др., 2013). Палочки с волнистой поверхностью и фитоциты дендритной формы скорее всего принадлежат зерновым культурам, они характерны для пшеницы и ячменя (Сергушева и др., 2016; Ball et al., 2016). Встречены булiformные фитоциты, принадлежавшие тростнику, листья и стебли этого растения могли

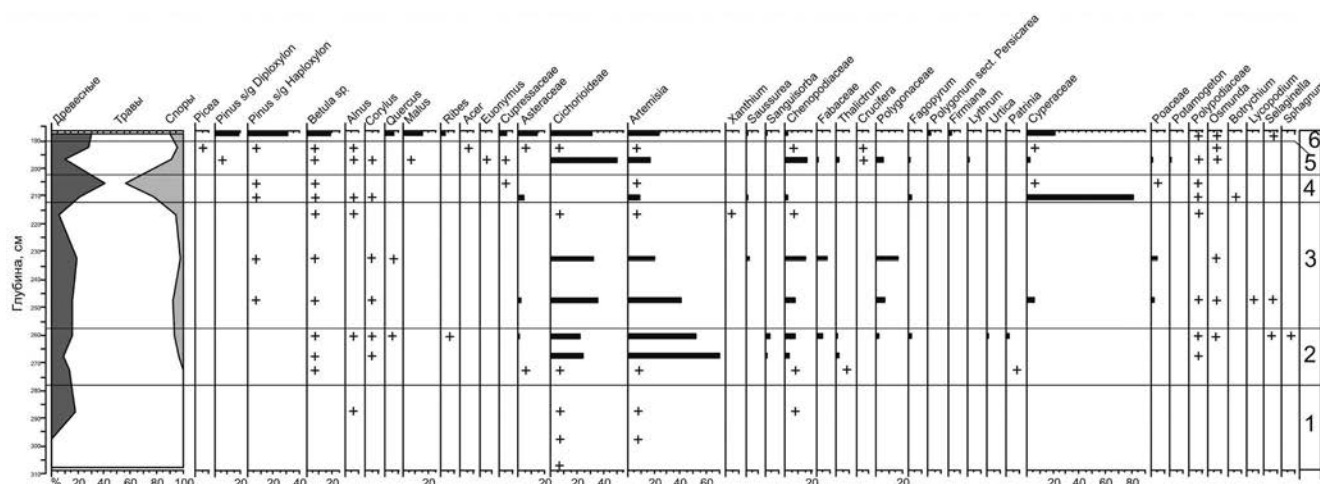


Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма для разреза 1121, раскоп в районе вала, Южно-Уссурийское городище. 1 — материк, отложения наводнений; 2 — культурный слой; 3 — отложения наводнений; 4 — погребенная почва; 5 — отложения наводнений; 6 — основание вала. Палинолог Т.В. Корнюшенко.

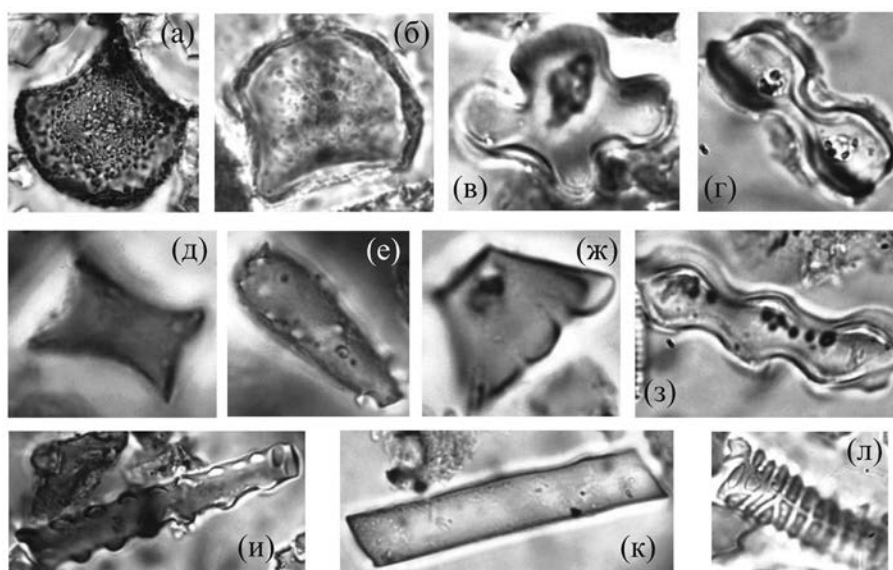


Рис. 5. Фитоциты из культурных слоев, образованных до постройки вала, Южно-Уссурийское городище: булiformные фитоциты тростника (а) и предположительно риса (б); крестообразная короткая частица (в); двулопастная частица (г); трапецевидная короткая частица (д); трихома (е); усеченная конусовидная частица (ж); полилопастная частица (з); зубчатая палочка (и); пластинка с ровными краями (к); перфорированная палочка (л).

в бассейне р. Раздольной, в том числе в непосредственной близости от Южно-Уссурийского городища (Пискарева и др., 2019).

Споры малочисленны и, в основном, принадлежат папоротникам, единично встречаются споры плаунов и сфагновых мхов. Из непыльцевых палиноморф найдены *Gelasinospora*, *Ascospora*, постоянно встречаются коловратки. В культурном слое 1 обнаружены споры грибов *Acroconidiellina*, патогена листьев; *Bryophytomyces*, паразитирующего на сфагновых мхах, такие споры найдены в суглинках на пойме р. Стеглянухи (Корнюшенко и др., 2022). Здесь же обнаружены споры сапротрофного гриба *Byssothecium circinans*, который развивается на древесных субстратах и важной кормовой культуре — люцерне. Такие споры найдены в поверхностной почве на Старореченском городище (Разжигаетова и др., 2020а). В суглинке, разделяющем культурные слои 3 и 2, встречаются споры грибов *Rhytidospora*, *Acroconidiellina* (пятнистость листьев).

В светло-коричневом суглинке, перекрывающем средневековые культурные слои (разрез 621), преобладает пыльца трав с доминированием цикориевых (см. рис. 6). В группе древесных много пыльцы берез и лещины, встречается пыльца каштана, переотложенная из неогеновых отложений (Павлюткин, Петренко, 2010). Вероятно, переотложена и пыльца Cistaceae. В кровле суглинка (разрез 521) встречается пыльца хвойных, в группе трав доминирует пыльца полыни, много пыльцы цикориевых (см. рис. 3). Найдена единичная пыльца лотоса (*Nelumbo*), принесенная в наводнение. В этом же образце встречено много пыльцы осок, больше пыльцы ольхи, много спор *Valsaria*, гриба, поражающего яблони и орехи. Встречены споры *Glomus*, индикатора почвенной эрозии.

В заполнителе антропогенного слоя XIX—XX вв. состав пыльцы стал более разнообразным (см. рис. 3). Появляется пыльца фруктовых деревьев (слива, груша), клена, рябинника, спиреи, рододендрона, единично — пыльца льна, пасленовых (скорее всего, картофель), маковых, пионовых, хохлатки, есть пыльца амброзии. Пыльца магнолии могла быть переотложена из каменного угля или угленосных отложений, выходящих выше по течению. Из непыльцевых палиноморф обнаружено много *Ascospora*, косвенно свидетельствующих о поражении сельскохозяйственных растений, встречаются споры *Glomus* и *Valsaria*. Наиболее богатые палиноспектры получены из поверхностной почвы, привезенной, вероятно, с полей на пойме. Здесь преобладает пыльца трав, среди которой много пыльцы осок, злаков, бобовых, единично встречается пыльца барбарисовых, фиалковых, лапчатки. Резко возросло количество пыльцы амброзии и дурнишника.

Запись наводнений и засух

Косвенным признаком сухих условий являются палиноспектры из отложений кроуновской культуры (см. рис. 3) с переработанным органическим материалом (разрез 521), образованным около 2960 л.н. В них практически отсутствует пыльца влаголюбивых растений. Фрагменты крупных гидрофильных диатомей рода *Pinnularia* могли быть занесены человеком с водой или грунтом. В средневековых культурных слоях с переотложенным более древним органическим материалом часть пыльцы тоже является унаследованной от более сухих периодов. Встреченные здесь фрагменты крупных гидрофильных видов диатомей рода *Pinnularia*, в том числе *Pinnularia lata*, обитающего в водах богатых кислородом и низким содержанием электролитов, и *Eunotia formica*, населяющий олиго-дистрофные преимущественно стоячие воды. Присутствие этих видов не является признаком наводнений, скорее всего, они были занесены человеком.

В изученных разрезах обнаружены слои суглинков и песков, образованных в сильные наводнения (с подъемом уровня выше 4–6 м над поймой). Они разделяют и перекрывают средневековые культурные слои. Концентрация диатомей в таких слоях невысокая (1,2–18 тыс./г). Здесь обнаружена смесь диатомовых водорослей с разными экологическими предпочтениями (рис. 7). Наряду с почвенными диатомеями (*Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia borealis*, *Luticola mutica*) встречаются виды, обитающие в водной среде (*Aulacoseira granulata*, *Caloneis bacillum*, *Ulnaria ulna*, *Staurosira venter* и др.), которые могли быть занесены на территорию городища только во время его затопления. Встречаются также виды, характерные для болотных условий, перенесенные с поймы. Почвенные виды также могут быть переотложены. Отложения наводнений содержат очень мало пыльцы и спор. Иногда в таких слоях встречаются перебитые черепки и частицы древесного угля.

Признаки затопления территории выделяются в разрезах, вскрывших культурные слои, образованные до постройки крепости. В линзе песка с галькой (инт. 3.0–3.1 м) из разреза 1221 диатомей малочисленны, концентрация составляет 2 тыс./г, встречаются 9 таксонов диатомей, представленных почвенными и озерно-реофильными видами. Отложения образовались во время крупного наводнения. В верхней части культурного слоя 2 с пятнами желтого суглинка обнаружены планктонные и временно планктонные диатомей (*Aulacoseira granulata*, *A. distans*, *A. subarctica*, *Asterionella formosa*, *Tabellaria flocculosa*, обрастатели *Gomphonema acuminatum*, *Ulnaria ulna*) и донные виды рода *Pinnularia*, что указывает на периодическое затопление посе-

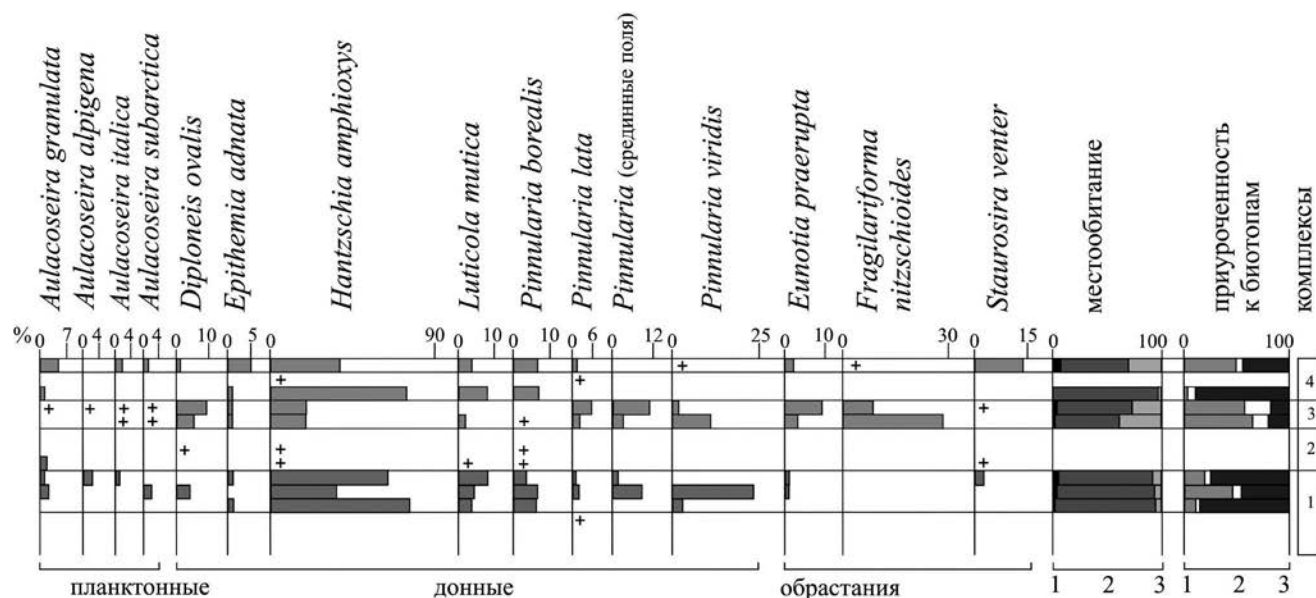


Рис. 7. Распределение диатомей в разрезе 1121, раскоп в районе вала, Южно-Уссурийское городище. Местообитания: 1 — планктонные; 2 — донные; 3 — обрастания; приуроченность к биотопам: 1 — озерно-реофильные; 2 — болотные; 3 — почвенные; комплексы: 1 — культурный слой; 2 — суглинок; 3 — погребенная почва; 4 — суглинок, песок и основание вала.

ления. Встречено много изломанных створок крупных видов рода *Pinnularia*. Общее содержание диатомей, обитавших в водной среде, достигает 53.9%. Появление эпифита *Staurosira venter*, характерного для небольших мелководных озер, *Cocconeis placentula*, *Epithemia turgida* и ацидофилов *Eunotia praerupta*, *E. glacialis*, *Stauroneis kriegeri* и др. (до 5.9% в сумме) показывает, что во время наводнений шел перенос материала из стариц и заболоченных участков долины.

В культурном слое из разреза 1121 концентрация створок составляет 12–20 тыс./г. Доминируют автохтонные почвенные виды (86.1%) (см. рис. 7). В перекрывающем суглинке концентрация створок диатомей снижается до 6–9 тыс./г. Находки редких озерно-реофильных видов (*Aulacoseira granulata*, *Caloneis bacillum*, *Ulnaria ulna*, *Staurosira venter* и др.) свидетельствует о прохождении редких, сильных наводнений. Доминируют почвенные виды, скорее всего, также переотложенные во время наводнений из почв. Здесь же встречены перебитые черепки и частицы древесного угля. В суглинке и песке, образованных во время сильных наводнений и перекрывающих погребенную почву, концентрация створок составляет 18 тыс./г, преобладают почвенные виды (89.4%). Среди аллохтонных диатомей найдены *Aulacoseira granulata*, *Epithemia adnata*, *Ulnaria ulna*, болотные *Chamaepinnularia hassiaca*, *Stauroneis thermicola* и др.

Когда был построен вал, городище также заливалось во время катастрофических наводнений. В суглинке, разделяющем культурные слои 1 и 2 (разрезы 621 и 1421) встречен переотложен-

ный планктонный *Aulacoseira* aff. *praegrnulata*, вымерший в неогене. В суглинке, разделяющем культурные слои 2 и 3 (разрез 621) концентрация диатомей составляет около 4 тыс./г. Обнаружены планктонные *A. alpigena*, *A. granulata*, *A. subarctica*, фрагменты донных *Pinnularia* и обрастатель *Ulnaria ulna*, которые относятся к группе озерно-реофильных диатомей, обитают в стоячих и текучих водах и являются аллохтонными. Из почвенных диатомей встречен *Hantzschia amphioxys*.

В линзе песка выше средневековых культурных слоев (разрез 521) концентрация створок очень низкая (1.2 тыс./г). Наряду с *Hantzschia amphioxys*, присутствует донный *Pinnularia lata*, этот вид часто встречается в ручьях и мочажинах (Харитонов, 2010). Встречен характерный для болотных условий *Eunotia praerupta*. В перекрывающем суглинке концентрация створок составляет 2.8–7.7 тыс./г, встречено 6–7 видов диатомей, наиболее часто — *Hantzschia amphioxys*, присутствуют *Pinnularia borealis*, *Luticola mutica*. Влияние текучих вод фиксируется находкой единичных створок планктонных *Aulacoseira italica*, *A. granulata*, *A. islandica* var. *helvetica*, обрастателей *Actinella brasiliensis*, *Ulnaria ulna* и донных *Pinnularia viridis*, *P. lata*. Найден также *Eunotia glacialis*, характерный для болотных условий. Выше в суглинке с серым оттенком влияние текучих вод определено по присутствию озерно-реофильных донных *Craticula cuspidata*, *Pinnularia viridis*, *Diploneis ovalis* и обитателей болот *Eunotia glacialis*, *E. minor*, *E. implicata*. Концентрация створок составляет 13.2 тыс./г.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Наиболее подробная летопись палеоклиматических событий голоцена для этого района Приморья восстановлена по данным изучения отложений палеоозера на Шуфанском плато, которое расположено в 50 км к юго-западу от Южно-Уссурийского городища (Razjigaeva et al., 2021). Длительный период с частыми продолжительными засухами начался с похолодания ~1100 до н.э. В засушливый период происходила миграция кроуновского населения из внутренних частей Маньчжурии в Приморье, в том числе в долину р. Раздольная (Вострецов, 2013). Дата, полученная из переотложенного органического материала в кроуновском жилище Южно-Уссурийского городища, отвечает началу похолодания и иссушению; снизилась водность реки и не было сильных паводков. В это время образовалась погребенная почва на высокой пойме в среднем течении р. Раздольная, датированная в разрезах Старореченского городища (Разжигаета и др., 2020а). Пыльца растений сухих местообитаний преобладает и в унаследованном органическом материале из культурных слоев чжурчженей, который по возрасту отвечает кроуновской культуре (600–50 гг. до н.э.).

На рубеже IX–X вв. произошла смена климатического режима, связанная с увеличением интенсивности летнего муссона (Chen et al., 2014; Razjigaeva et al., 2021). Около 875 г. климат сменился на влажный с частыми наводнениями. Палеогеографические данные хорошо сопоставляются с летописными свидетельствами для Северо-Китайской равнины, где было влажно 880–1000 гг. (Zheng et al., 2006). Количество атмосферных осадков в малый оптимум голоцена увеличилось на 100 мм/год (Короткий и др., 1997).

Сильные наводнения начались при освоении долины р. Раздольной бохайским населением, о чем свидетельствуют материалы по Старореченскому городищу (Разжигаета и др., 2020а). Стратиграфия городища показала, что происходили частые перестройки, связанные с защитой от наводнений (Прокопец и др., 2019). Еще до революции Н.А. Крюков (1893) предполагал, что крепости, расположенные в долинах в разных частях Уссурийского края, представляют собой плотины, с помощью которых земледельческое население ограждало поля от наводнений. Противопаводковые дамбы и сейчас рассматриваются, как защитная мера от стихийных наводнений в Уссурийске. Одной из основных функций вала Южно-Уссурийского городища вполне могла быть противопаводковая преграда.

По данным разреза на Шуфанском плато (Razjigaeva et al., 2021) особенно резко увлажнение выросло в начале XI в. (~1010 г.). В это время началось активное освоение территории

Южно-Уссурийского городища. Стратиграфия разрезов, вскрытых в районе южного вала, показывает, что на рубеже X–XI вв. неоднократно проходили крупные наводнения, во время которых образовывались линзы и прослой суглинков, разделяющие и перекрывающие культурные слои. Кратковременный сигнал незначительного снижения увлажнения выделяется около 1030–1110 гг. по присутствию почвенных диатомей в разрезе отложений палеоозера Шуфанского плато, что было благоприятно для развития земледелия в долинах. В эти годы активизировалось Эль-Ниньо (Mou et al., 2002). По аналогии с современными наблюдениями можно предположить, что на материковой части юга Дальнего Востока происходила интенсификация зимнего муссона и ослабление летнего муссона; траектории тайфунов смещались к востоку от континента, а в Приморье наблюдались засушливые условия (Бышев и др., 2014). По записям на юге Японии в XI–XII вв. сильные тайфуны часто проходили через юг этой страны (Woodruff et al., 2009) и, не проявляясь на юге Приморья, по-видимому, уходили в океан.

В начале XI в. климатические условия стали наиболее теплыми. Минимальное количество арктобореальных диатомей и наибольшее развитие широколиственных пород на Шуфанском плато зафиксировано ~1010–1085 гг. (Razjigaeva et al., 2021). Такие же изменения в лесах отмечены на Южном Сихотэ-Алине (1090–1235 гг. — верховья р. Уссури) и на побережье п-ова Муравьева Амурского (1000–1160 гг.) (Razjigaeva et al., 2019). Потепление было хорошо выражено и на других участках побережья Юго-Восточного Приморья (Микишин и др., 2008). В этот период началась постройка вала Южно-Уссурийского городища. Образование крупного поселения связано с тем, что рядом располагались земли, пригодные для земледелия (Артемьева, 2008).

В районе Шуфанского плато холоднее стало около 1160 г. Холодный эпизод около 1150 г. известен в Китае (Yang et al., 2002). На Северо-Китайской равнине 1130–1220 гг. были засушливыми (Zheng et al., 2006). На юге Корейского п-ова период частых засух по летописям выделяется с 1180 по 1320 г. (Park et al., 2021). В Приморье в это время было влажно, шли частые наводнения, возможно, связанные с активным внутропическим циклогенезом. В сильные паводки неоднократно затоплялось и Южно-Уссурийское городище. В изученном раскопе поверхность, на которой располагались постройки, была на 2.5 м ниже современной и превышала пойму всего на 3.5–4 м. В таких условиях риски затопления поселения были выше, чем в современных условиях. Образованию довольно мощных прослоев суглинков во время наводнений способствовал размыв бурых суглинков и наличие слабозадренованных поверхностей и паш-

ней в районе поселения. Особенно значительная аккумуляция тонкозернистого материала могла происходить при долгом стоянии воды. Примером таких наводнений может служить паводок 1877, когда высокая вода стояла месяц. В наводнение, произошедшее в конце августа 1914 г. отмечалось, что “несжатые же хлеба замело илом и песком” (<https://ussuriysk.bezformata.com>).

Более сильные и частые паводки происходили в малый ледниковый период, когда Южно-Уссурийское городище перестало существовать. В это время образовались суглинки, перекрывшие культурные слои. В пойме р. Раздольной суглинки и супеси, образованные в эти паводки, являются покровными, их мощность составляет 20–50 см. Возможно, и большая часть палеорусел, хорошо выраженных в современном рельефе, и заросших стариц образовалось при высокой водности реки в малый ледниковый период. Об активизации стока р. Раздольной (~1300–1860 гг.) свидетельствует повышение количества пресноводных диатомей в осадках Амурского залива, куда впадает река (Прушковская, Цой, 2019). Похолодание, нестабильные климатические условия и высокое увлажнение не были комфортными для проживания и хозяйственной деятельности на этой территории в XIV – первой половине XIX в.

ВЫВОДЫ

Территория Южно-Уссурийского городища осваивалась представителями разных культур на протяжении последних ~2.5 тыс. лет. Климатические условия здесь менялись от относительно прохладных и засушливых, связанных со снижением интенсивности летнего муссона, до теплых и влажных. В средние века смена климатического режима произошла в середине X в., пик потепления малого оптимума голоцена пришелся на XI в., во время существования городища в XII – начале XIII в. условия были благоприятными для развития земледелия и другой хозяйственной деятельности. Изученные разрезы, вскрыли разновозрастные культурные слои: кроуновское жилище, два культурных слоя позднего средневековья, образованные до постройки крепости и три культурных слоя, образованные во время существования городища в эпоху Империи Цзинь. До постройки крепости территория активно начала осваиваться с начала XI в. Внутри городища из нижнего культурного слоя получена дата, подтверждающая ранее сделанные выводы о возникновении здесь поселения в начале XII в. Датирование показало, что культурные слои содержат более древний переотложенный органогенный материал, несущий унаследованную информацию о раннее существовавших природных условиях.

Существенное преобразование природных ландшафтов, по-видимому, началось еще в раннее средневековье во времена существования культуры мохэ. Биостратиграфические данные позволили выделить признаки земледелия: в позднем средневековье на этой территории выращивали просо, рис, гречиху, бобовые, капусту, из садовых культур – яблони, смородину, использовали тростник. Найдена также пыльца сопутствующих сорняков и растений, характерных для нарушенных местообитаний, а также споры грибов-патогенов. В строении разрезов выделяются слои суглинков, образованные во время сильных наводнений. Затопление территории происходило неоднократно до постройки вала и после, и связано с интенсификацией летнего муссона и циклогенеза, что негативно сказалось на хозяйственном освоении долины р. Раздольная.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект 22-27-00222 (<https://rscf.ru/project/22-27-00222>). При подготовке и просмотре проб использовалась инфраструктура ТИГ ДВО РАН в рамках темы государственного задания 122020900184-5. Археологические полевые работы выполнены ООО НПЦ ИКЭ в рамках работ по археологическому наблюдению на ОАН федерального значения “Уссурийск 1. Городище (Южно-Уссурийское городище)” при строительстве объекта “Тепловая сеть котельной № 13 от многоквартирного дома по адресу г. Уссурийск, ул. Агеева, д. 56 до административного здания по адресу г. Уссурийск, ул. Калинина, д. 7”. Археологическая описательная часть выполнена в рамках темы государственного задания 121022500181-3 ИИАЭ ДВО РАН.

FUNDING

The work was supported by the Russian Science Foundation, project 22-27-00222 (<https://rscf.ru/project/22-27-00222>). When preparing and viewing samples, the infrastructure of the PGI FEB RAS, State Task no. 122020900184-5, was used. Archaeological field work was carried out by LLC Research and Production Center for Historical and Cultural Expertise as part of archaeological observation at the object of archaeological heritage of federal significance “Ussuriysk Fortress 1. (South Ussuriysk Fortress)” during the construction of the facility “Thermal network of boiler No. 13 from an apartment building at the address Ussuriysk, Ageev St., 56 to the administrative building at the address Ussuriysk, Kalinin St., 7”. The archaeological part was performed in the framework of the state budget theme no. 121022500181-3 (IHAE FEB RAS).

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Т.В. Корнюшенко, выполнившей спорово-пыльцевой анализ.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to T.V. Kornyushenko, who performed the pollen analysis.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Артемяева Н.Г. О датировке Южно-Уссурийского городища // Вестн. ДВО. 2008. № 2. С. 95–106.
- Артемяева Н.Г., Болдин В.И. Земледелие и животноводство чжурчжэней Приморья в XII–XIII вв. (по письменным и археологическим источникам) // Российская археология. 2015. № 3. С. 79–93.
- Асташенкова Е.В., Бакшеева С.Е., Гельман Е.И., Гридасова И.В., Ивлиев А.Л., Ключев Н.А., Крадин Н.Н., Пискарева Я.Е., Прокопец С.Д., Сергушева Е.А. Города средневековых империй Дальнего Востока. М.: ИВЛ, 2018. 367 с.
- Атлас лесов Приморского края. Владивосток: ДВО РАН, 2005. 76 с.
- Белянина Н.И., Белянин П.С., Митюрева Е.В. Новое свидетельство переориентации стока р. Раздольной в плейстоцене, Южное Приморье // Тихоокеанская геология. 2009. Т. 28. № 2. С. 99–102.
- Буссе Ф.Ф. Остатки древности в долинах Лёфу, Даубихэ и Улахэ // Зап. ОИАК. Владивосток, 1888. Т. 1. 28 с.
- Бышев В.И., Нейман В.Г., Пономарев В.И., Романов Ю.А., Серых И.В., Цурикова Т.В. Роль глобальной атмосферной осцилляции в формировании климатических аномалий Дальневосточного региона России // ДАН. 2014. Т. 458. № 1. С. 92–96. <https://doi.org/10.7868/S0869565214250148>
- Васильева Т.А., Сергушева Е.А. Земледелие у чжурчжэней (по материалам исследования Екатерининского городища) // Россия и АТР. 2014. № 2 (84). С. 127–137.
- Вострецов Ю.Е. Экологические факторы формирования культурной динамики в прибрежной зоне Восточной Азии в эпоху палеометалла // Вестн. ДВО. 2013. № 1. С. 109–116.
- Гольева А.А. Фитолиты и их информационная роль в изучении природных и археологических объектов. Сыктывкар: Элиста, 2001. 200 с.
- Забелина Н.Н. К исторической топографии г. Уссурийска // Вопр. географии Дальнего Востока. Хабаровск, 1960. Сб. 4. С. 374–390.
- Калинин В.А. Краткий исторический очерк города Никольск-Уссурийского. Владивосток: ДВФУ, 2015. 96 с.
- Карасев М.С., Гарцман Б.И. Прогноз антропогенной динамики русловых процессов малых и средних рек Приморского края в условиях хозяйственного освоения их долин. Проект методического пособия. Владивосток: Дальнаука, 2002. 48 с.
- Корнюшенко Т.В., Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Кудрявцева Е.П., Пискарева Я.Е., Прокопец С.Д. Признаки трансформации геосистем при освоении Южного Приморья в средневековье: городище Стеклянуха-2 // Геосистемы переходных зон. 2022. Т. 6. № 1. С. 24–42. <https://doi.org/10.30730/gtr.2022.6.1.024-042>
- Короткий А.М. Использование геологических данных при изучении археологических памятников южного Приморья (голоцен) // Вестн. ДВО РАН. 2009. № 1. С. 62–73.
- Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Пушкарь В.С., Разжигаева Н.Г., Волков В.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Базарова В.Б., Макарова Т.Р. Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем плейстоцене-голоцене // Вестн. ДВО РАН. 1997. № 3. С. 121–143.
- Крюков Н.А. Очерк сельского хозяйства в Приморской области. СПб.: Тип. В. Безобразова и К°, 1893. 170 с.
- Кудрявцева Е.П., Базарова В.Б., Лящевская М.С., Мохова Л.М. Амброзия полынолистная: современное распространение, структура сообществ и присутствие в голоценовых отложениях Приморского края (юг Дальнего Востока России) // Комаровские чтения. 2018. Т. 66. С. 125–146.
- Кузнецов А.М. Феномен Уссурийска: место-село-город, люди, время // Изв. Восточного ин-та. 2016. Т. 31. № 3. С. 4–25.
- Лящевская М.С., Базарова В.Б., Асташенкова Е.В., Гельман Е.И., Кудрявцева Е.П., Пискарева Я.Е. Палинологические исследования бохайского поселения Абрикосовское (Приморский край) // Поволжская археология. 2022. № 4. С. 22–36. <https://doi.org/10.24852/ra.2022.4.21.36>
- Лящевская М.С., Базарова В.Б., Дорофеева Н.А. Природная среда и человек в позднем палеолите – средневековье в Южном Приморье: обзор // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. 2023. № 2 (61). С. 95–112. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2023-61-2-8>
- Микишин Ю.А., Петренко Т.И., Гвоздева И.Г., Попов А.Н., Кузьмин Я.В., Раков В.А., Горбаренко С.А. Голоцен побережья Юго-Западного Приморья // Научное обозрение. 2008. № 1. С. 8–27.
- Научно-прикладной справочник по климату СССР. Приморский край. Л.: Гидрометеиздат, 1988. Вып. 26. 416 с.
- Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Стратиграфия палеоген-четвертичных отложений Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2010. 164 с.
- Павлюткин Б.Т., Боровский А.Д. Причины и время перестройки системы реки Раздольная (Южной Приморье) // Прибрежная зона дальневосточных морей в плейстоцене. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. С. 72–76.

- Пискарева Я.Е., Сергушева Е.А., Дорофеева Н.А., Лящевская М.С., Шарый-оол М.О. Хозяйство раннесредневекового населения приморья (по материалам мохэской археологической культуры) // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. 2019. № 1 (44). С. 25–36.
- Прокопец С.Д., Слепцов И.Ю., Белов Д.М. Старореченское городище в Приморье: стратиграфия, топография (по результатам работ 2017–2019 гг.) // Кочевые империи Евразии в свете археологических и междисциплинарных исследований. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2019. Кн. 1. С. 58–60.
- Прушковская И.А., Цой И.Б. Диатомовые водоросли в осадках Амурского залива (Японское море) и влияние тайфунов на их аккумуляцию за последние 2000 лет // Вопросы современной альгологии. 2019. № 2 (20). С. 252–256.
[https://doi.org/10.33624/2311-0147-2019-2\(20\)-252-256](https://doi.org/10.33624/2311-0147-2019-2(20)-252-256)
- Разжигаетва Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Корнюшенко Т.В., Ганзей К.С., Кудрявцева Е.П., Гридасова И.В., Ключев Н.А., Прокопец С.Д. Соотношение природных и антропогенных факторов в становлении ландшафтов бассейна реки Раздольная, Приморье // Изв. РАН. Сер. геогр. 2020а. Т. 84. № 2. С. 246–258.
<https://doi.org/10.31857/S2587556620020119>
- Разжигаетва Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. Пепел В-Тm катастрофического извержения вулкана Байтоушань в континентальных отложениях Приморья, как временной маркер малого оптимума голоцена // ДАН. Науки о Земле. 2020б. Т. 494. № 2. С. 29–37.
<https://doi.org/10.31857/S268673972010014X>
- Разжигаетва Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Прокопец С.Д., Морев О.Л., Поперечный Д.М. Свидетельства культивирования риса в Приморье в средние века // ДАН. Науки о Земле. 2023. Т. 513. № 2. С. 289–298.
<https://doi.org/10.31857/S2686739723601795>
- Сергушева Е.А., Рябогина Н.Е., Лящевская М.С., Гольева А.А. Аргументация земледелия на археологических памятниках Приамурья и Приморья: результаты применения палеоботанических методик // Вестн. ТГУ. 2016. № 402. С. 99–108.
<https://doi.org/10.17223/15617793/402/14>
- Силантьева М.М., Сперанская Н.Ю., Гальцова Т.В. Разнообразие фитолитов видов р. *Setaria* на юге Западной Сибири // Изв. АГУ. 2013. № 3–2 (79). С. 99–102.
[https://doi.org/10.14258/izvasu\(2013\)3.2-21](https://doi.org/10.14258/izvasu(2013)3.2-21)
- Сперанская Н.Ю., Соломонова М.Ю., Харитонова Е.Ю. Фитолиты некоторых видов злаков Алтайского края разных экологических групп и жизненных форм // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2016. Т. 7. № 1. С. 155–162.
- Устиновская Л.М., Кац Л.М. Описание выдающихся паводков на реках Приморского края за период 1927–1960 гг. Приморское управление гидрометслужбы. Отчет. Владивосток, 1962. 333 с.
- Федоров А.З. Памятники старины в г. Никольск-Уссурийском и его окрестностях. Никольск-Уссурийск: Издание К.И. Лепина, 1916. 24 с.
- Харитонов В.Г. Конспект флоры диатомовых водорослей (Bacillariophyceae) Северного Охотоморья. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2010. 189 с.
- Ball T., Chandler-Ezell K., Dickau R., Duncan N., Hart T.C., Iriarte J., Lentfer C., Logan A., Lu H., Madella M., Pearsall D.M., Piperno D.R., Rosen A.M., Vrydaghs L., Weisskof A., Zhang J. Phytoliths as a tool for investigations of agricultural origins and dispersals around the world // J. of Archaeological Science. 2016. Vol. 68. P. 32–45.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.08.010>
- Chen R., Shen J., Li C., Zhang E., Sun W., Ji M. Mid-to late-Holocene East Asian summer monsoon variability recorded in lacustrine sediments from Jingpo Lake, Northeastern China // Holocene. 2014. Vol. 25. P. 454–468.
<https://doi.org/10.1177/0959683614561888>
- Chen X.-Y., Blockley S.P.E., Tarasov P.E., Xu Y.-G., McLean D., Tomlinson E.L., Albert P.G., Liu J.-Q., Müller S., Wagner M., Menzies M.A. Clarifying the distal to proximal tephrochronology of the Millennium (B-Tm) eruption, Changbaishan Volcano, north-east China // Quat. Geochronology. 2016. Vol. 33. P. 61–75.
<https://doi.org/10.1016/j.quageo.2016.02.003>
- Grimm E. Tilia software 2.0.2. Springfield: Illinois State Museum Research and Collection Center, 2004.
<https://ussuriysk.bezformata.com/listnews/navodneniya-v-ussurijske-zhertvi-stihii/49971826/?ysclid=lgmvyun4y340271080> (дата обращения 16.06.2023).
- Huan X., Lu H., Zhang J., Wang C. Phytolith assemblage analysis for the identification of rice paddy // Scientific Report. 2018. Vol. 8. P. 10932.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-29172-5>
- Moy C.M., Seltzer G.O., Rodbell D.T., Anderson D.M. Variability of El Niño/Southern Oscillation activity at millennial timescales during the Holocene epoch // Nature. 2002. Vol. 420. P. 162–165.
- Park J., Park J., Yi S., Lim J., Kim J.C., Jin Q., Choi J. Holocene hydroclimate reconstruction based on pollen, XRF, and grain-size analysis and its implications for past societies of the Korean Peninsula // The Holocene. 2021. Vol. 31. № 9. P. 1489–1500.
<https://doi.org/10.1177/09596836211019115>
- Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Kopoteva T.A., Kudryavtseva E.P., Belyanin P.S., Panichev A.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Sudin V.V., Klimin M.A., Korniyushenko T.V. Holocene mountain landscape development and monsoon variation in the southernmost Russian Far East // Boreas. 2021. Vol. 50. P. 1043–1058.
<https://doi.org/10.1111/bor.1254>
- Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Lyashevskaya M.S., Markarova T.R., Kudryavtseva E.P., Grebennikova T.A., Pan-

- ichev A.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A. Yu., Malkov S.S. Climatic and human impacts on landscape development of the Murav'ev Amursky Peninsula (Russian South Far East) in the Middle/Late Holocene and historical time // *Quat. Int.* 2019. Vol. 516. P. 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.12.007>
- Woodruff J.D., Donnelly J.P., Okusu A. Exploring typhoon variability over the mid-to-late Holocene: evidence of extreme coastal flooding from Kamikoshiki, Japan // *Quat. Sci. Rev.* 2009. Vol. 29. P. 1774–1785. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.02.005>
- Yang B., Braeuning A., Johnson K.R., Yafeng S. General characteristics of temperature variation in China during the last two millennia // *Geophysical Research Let.* 2002. Vol. 29. P. 381–384. <https://doi.org/10.1029/2001GL014485>
- Zheng J., Wang W.-Ch., Ge Q., Man Zh., Zhang P. Precipitation variability and Extreme Events in Eastern China during the Past 1500 Years // *Terr. Atmos. Ocean. Sci.* 2006. Vol. 17. P. 579–592.

Climate and Natural Risks of the Settlement of Yuzhno-Ussuriysk Fortress Area

N. G. Razjigaeva^{a, *}, L. A. Ganzey^a, T. A. Grebennikova^a, S. D. Prokopets^b,
O. L. Moreva^c, D. M. Poperechniy^c, and E. Yu. Shapovalov^b

^a*Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia*

^b*Institute of History, Archaeology, and Ethnography of the Peoples of the Far East, FEB RAS, Vladivostok, Russia*

^c*LLC Research and Production Center for Historical and Cultural Expertise, Vladivostok, Russia*

*e-mail: nadyar@tigdvo.ru

The paleogeographic study of one of the large Medieval settlements of the Jin Empire (1115–1234) in the Primorye was carried out in order to analyze the minor climatic rhythm during the settlement of a large river valley. New data on the chronology of the settlement were obtained using radiocarbon dating of charcoal and tephrostratigraphy. It was established that the territory began to be developed by the Krounovskaya culture (4th century BC to the 3rd century AD) under relatively dry conditions associated with a decrease in the summer monsoon intensity. In the 10th century the humidity increased sharply. The peak of warming occurred in the 11th century. At this time Medieval settlement appeared here, that existed before the construction of the fortress. The layers of this settlement lie under the ramparts. The study of pollen and diatoms in the cultural layers has allowed us to determine the characteristics of the environment during the Jurchen period (12th–13th centuries). Radiocarbon dating of the humus shows that the cultural layers contain redeposited organogenic material, which provides information on the pre-Jurchen environment. It has been established that significant changes in the natural steppe landscapes occurred in the early Middle Ages. Pollen data show signs of agriculture and other economic activities, including the plants' cultivation, the development of ruderal plants and apophytes, as well as spores of pathogenic fungi. During the development of the territory in the Middle Ages, the main risks were associated with severe floods. Layers of loams found among the cultural layers indicate the repeated flooding of the fortress. Bioindicators of severe floods are allochthonous diatoms, represented by species that lived in the aquatic environment.

Keywords: floods, droughts, paleolandscapes, cryptotephra of Baitoushan volcano, Medieval Warm Period, Jin Empire, Eastern Xia

REFERENCES

- Artem'eva N.G. About the dating of the South-Ussurian fortress-site. *Vestn. DVO RAN*, 2008, no. 2, pp. 95–106. (In Russ.).
- Artem'eva N.G., Boldin V.I. The Jurchens' farming and cattle breeding in Primorye in 12th–13th century (based on written and archaeological materials). *Russ. Arkheol.*, 2015, no. 3, pp. 79–93. (In Russ.).
- Astashenkova E.V., Baksheeva S.E., Gel'man E.I., Gridasova I.V., Ivliev A.L., Klyuev N.A., Kradin N.N., Piskareva Ya.E., Prokopets S.D., Sergusheva E.A. *Goroda srednevekovykh imperii Dal'nego Vostoka* [Cities of Medieval Empires of Far East]. Moscow: Vostochnaya Literatura Publ., 2018. 267 p.
- Atlas lesov Primorskogo kraya* [The Atlas of Forests of Primorskii Kraii]. Vladivostok: DVO RAN, 2005. 76 p.
- Ball T., Chandler-Ezell K., Dickau R., Duncan N., Hart T.C., Iriarte J., Lentfer C., Logan A., Lu H., Madella M., Pearsall D.M., Piperno D.R., Rosen A.M., Vrydaghs L., Weisskof A., Zhang J. Phytoliths as a tool for investigations of agricultural origins and dispersals around the world. *J. Archaeol. Sci.*, 2016, vol. 68, pp. 32–45. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.08.010>
- Belyanina N.I., Belyanin P.S., Mityureva E.V. New evidence for reorientation of the Razdol'naya River flow in the Pleistocene (southern Primor'e region). *Russ. J. Pac. Geol.*, 2009, vol. 3, pp. 197–200. <https://doi.org/10.1134/S1819714009020080>
- Busse F.F. Remains of antiquity in the Lefu, Daubikhe and Ulakhe valleys. *Zap. OIAK*, 1988, vol. 1, pp. 1–28. (In Russ.).
- Byshev V.I., Neiman V.G., Romanov Y.A., Serykh I.V., Ponomarev V.I., Tsurikova T.V. The influence of glob-

- al atmospheric oscillation on formation of climate anomalies in the Russian Far East. *Dokl. Earth Sci.*, 2014, vol. 458, no 1, pp. 1116–1120. <https://doi.org/10.1134/s1028334x14090025>
- Chen R., Shen J., Li C., Zhang E., Sun W., Ji M. Mid-to late-Holocene East Asian summer monsoon variability recorded in lacustrine sediments from Jingpo Lake, Northeastern China. *Holocene*, 2014, vol. 25, pp. 454–468. <https://doi.org/10.1177/0959683614561888>
- Chen X-Y., Blockley S.P.E., Tarasov P.E., Xu Y.-G., McLean D., Tomlinson E.L., Albert P.G., Liu J.-Q., Müller S., Wagner M., Menzies M.A. Clarifying the distal to proximal tephrochronology of the Millennium (B-Tm) eruption, Changbaishan Volcano, northeast China. *Quat. Geochronol.*, 2016, vol. 33, pp. 61–75. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2016.02.003>
- Fedorov A.Z. *Pamyatniki stariny v g. Nikol'sk-Ussuriyskom i ego okrestnostyakh* [Monuments of Antiquity in the City of Nikol'sk-Ussuriysky and Its Environs]. Nikol'sk-Ussuriysk: Izd. K.I. Lepina, 1916. 24 p.
- Gol'eva A.A. *Fitolity i ikh informatsionnaya rol' v izuchenii prirodnikh i arkheologicheskikh ob'ektov* [Phytoliths and Their Informational Role in the Study of Natural and Archaeological Objects]. Syktyvkar: Elista Publ., 2001. 200 p.
- Grimm E. Tilia software 2.0.2. Springfield: Illinois State Museum Research and Collection Center, 2004. Available at: <https://ussuriysk.bezformata.com/listnews/navodneniya-v-ussurijske-zhertvi-stihii/49971826/?yclid=lgmvyun4y340271080> (accessed: 16.06.2023).
- Huan X., Lu H., Zhang J., Wang C. Phytolith assemblage analysis for the identification of rice paddy. *Sci. Rep.*, 2018, vol. 8, art. 10932. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29172-5>
- Kalinin V.A. *Kratkii istoricheskii ocherk goroda Nikol'sk-Ussuriyskogo* [Brief Historical Outline of the City of Nikol'sk-Ussuriysky]. Vladivostok: DVFU, 2015. 96 p.
- Karasev M.S., Gartsman B.I. *Prognoz antropogennoi dinamiki ruslovykh protsessov mal'nykh i srednikh rek Primorskogo kraya v usloviyakh khozyaistvennogo osvoeniya ikh dolin* [Forecast of Anthropogenic Dynamics of Channel Processes of Small and Medium-sized Rivers in Primorsky Krai in Conditions of Economic Development of Their Valleys]. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2002. 48 p.
- Kharitonov V.G. *Konspekt flory diatomovykh vodoroslei (Bacillariophyceae) Severnogo Okhotomor'ya* [Synopsis of the Flora of Diatoms (Bacillariophyceae) of the Northern Okhotsk Sea]. Magadan: SVNTs DVO RAN, 2010. 189 p.
- Kornyushenko T.V., Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Kudryavtseva E.P., Piskareva Y.E., Prokopets S.D. Evidence of geosystems transformation during Medieval development of South Primorye: Steklyanukha-2 fortress. *Geosis. Perekh. Zon.*, 2022, vol. 6, no. 1, pp. 24–42. (In Russ.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2022.6.1.024-042>
- Korotkii A.M., Grebennikova T.A., Pushkar' V.S., Razzhigaeva N.G., Volkov V.G., Ganzei L.A., Mikhova L.M., Bazarova V.B., Makarova T.R. Climatic changes in the territory of the South of the Far East at Late Pleistocene-Holocene. *Vestn. DVO RAN*, 1997, no. 3, pp. 121–143. (In Russ.).
- Korotkii A.M. Application of geological data when studying archeological monuments of the South Primorye (Holocene). *Vestn. DVO RAN*, 2009, no. 1, pp. 62–73. (In Russ.).
- Kryukov N.A. *Ocherk sel'skogo khozyaistva v Primorskoj oblasti* [Essay on Agriculture in the Primorsky Region]. St. Petersburg: Tipogr. V. Bezobrazov i Ko., 1893. 170 p.
- Kudryavtseva E.P., Bazarova V.B., Lyashchevskaya M.C., Mikhova L.M. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*): the present-day distribution and the presence in the Holocene deposits of Primorsky krai (south of the Russian Far East). *Komarovsk. Chten.*, 2018, vol. 66, pp. 125–146. (In Russ.).
- Kuznetsov A.M. The phenomenon of Ussuriisk: The place – the village – the city, human beings, time. *Izv. Vostoch. Inst.*, 2016, vol. 31, no. 3, pp. 4–25. (In Russ.).
- Lyashchevskaya M.S., Bazarova V.B., Astashenkova E.V., Gel'man E.I., Kudryavtseva Ye.P., Piskareva Ya.E. Palynological research of Bohai Abrikosovsky Settlement (Primorye). *Povolzh. Arkheol.*, 2022, vol. 4, pp. 22–36. (In Russ.). <https://doi.org/10.24852/pa2022.4.42.22.36>
- Lyashchevskaya M.S., Bazarova V.B., Dorofeeva N.A. Environment and man in the Late Palaeolithic – Middle Ages in the southern Primorye: review. *Vestn. Arkheol., Antropol. Etnogr.*, 2023, no. 2, pp. 95–112. (In Russ.). <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2023-61-2-8>
- Mikishin Yu.A., Petrenko T.I., Gvozdeva I.G., Popov A.N., Kuz'min Ya.V., Rakov V.A., Gorbarenko S.A. Holocene of South-Western Primorye coast. *Nauch. Obozr.*, 2008, no. 1, pp. 8–27. (In Russ.).
- Moy C.M., Seltzer G.O., Rodbell D.T., Anderson D.M. Variability of El Niño/Southern Oscillation activity at millennial timescales during the Holocene epoch. *Nature*, 2002, vol. 420, pp. 162–165. <https://doi.org/10.1038/nature01194>
- Nauch.-prikladnoi spravochnik po klimatu SSSR. Primorskii krai. Vyp. 26* [Scientific and Applied Reference Book on the Climate of the USSR. Primorsky Krai. Vol. 26]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988. 416 p.
- Park J., Park J., Yi S., Lim J., Kim J.C., Jin Q., Choi J. Holocene hydroclimate reconstruction based on pollen, XRF, and grain-size analysis and its implications for past societies of the Korean Peninsula. *Holocene*, 2021, vol. 31, no. 9, pp. 1489–1500. <https://doi.org/10.1177/09596836211019115>
- Pavlyutkin B.I., Borovskii A.D. Reasons and time for the restructuring of the Razdolnaya River system (Southern Primorye). In *Pribyreznaya zona dal'nevostochnykh morei v Pleistotsene* [Coastal Zone of Far East Seas in the Pleistocene]. Korotkii A.M., Pushkar V.S., Eds. Vladivostok: DVO AN USSR, 1988, pp. 72–76. (In Russ.).
- Pavlyutkin B.I., Petrenko T.I. *Stratigrafiya paleogen-chetvertichnykh otlozhenii Primor'ya* [Stratigraphy of Pa-

- leogene-Quaternary Deposits in Primorye]. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2010. 164 p.
- Piskareva Ya.E., Sergusheva E.A., Dorofeeva N.A., Lyashevskaya M.S., Sharyi-ool M.O. Economy of the Early Mediaeval population of Primorye (based on archaeological evidence for the Mohe Culture). *Vestn. Arkheol., Antropol. Etnogr.*, 2019, no. 1, pp. 25–36. (In Russ.).
- Prokopets S.D., Sleptsov I.Yu., Belov D.M. Starorechenskoe Fortress of Primorye: stratigraphy, topography (results of 2017–2019). In *Kochevye imperii Evrazii v svete arkheologicheskikh i mezhdistsiplinarnykh issledovaniy. Sb. 1* [Nomadic Empires of Eurasia in the Light of Archaeological and Interdisciplinary Research. Vol. 1]. Bazarov B.V., Kradin N.N., Eds. Ulan-Ude: BNTs SO RAN, 2019, pp. 58–60. (In Russ.).
- Prushkovskaya I.A., Tsoy I.B. Diatoms in the Amur Bay sediments (Sea of Japan) and the impact of typhoons on their accumulation over the last 2000 years. *Vopr. Sovrem. Al'gol.*, 2019, no. 2, pp. 252–256. (In Russ.). [https://doi.org/10.33624/2311-0147-2019-2\(20\)-252-256](https://doi.org/10.33624/2311-0147-2019-2(20)-252-256)
- Razhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Sakhno V.G. B-Tm Ash of a Catastrophic Eruption of Baitoushan Volcano in terrestrial deposits of Primorye as an age marker of the Medieval Warm Period in the Holocene. *Dokl. Earth Sci.*, 2020b, vol. 494, no. 2, pp. 779–786. <https://doi.org/10.1134/S1028334X20100116>
- Razhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Kopoteva T.A., Kudryavtseva E.P., Belyanin P.S., Panichev A.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Sudin V.V., Klimin M.A., Korniyushenko T.V. Holocene mountain landscape development and monsoon variation in the southernmost Russian Far East. *Boreas*, 2021, vol. 50, pp. 1043–1058. <https://doi.org/10.1111/bor.1254>
- Razhigaeva N.G., Ganzey L.A., Lyashevskaya M.S., Markarova T.R., Kudryavtseva E.P., Grebennikova T.A., Panichev A.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Malkov S.S. Climatic and human impacts on landscape development of the Murav'ev Amursky Peninsula (Russian South Far East) in the Middle/Late Holocene and historical time. *Quat. Int.*, 2019, vol. 516, pp. 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.12.007>
- Razhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Korniyushenko T.V., Ganzey K.S., Kudryavtseva E.P., Gridasova I.V., Kluyev N.A., Prokopets S.D. Interaction of natural and anthropogenic factors in landscape development of Razdolnaya River Basin, Primorye. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2020a, no. 2, pp. 246–258. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S2587556620020119>
- Razhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Prokopets S.D., Moreva O.L., Poperechny D.M. Evidence of rice cultivation in Primorye in the Middle Ages. *Dokl. Earth Sci.*, 2023, vol. 513, no. 2, pp. 1394–1402. <https://doi.org/10.1134/S1028334X2360202X>
- Sergusheva E.A., Ryabogina N.E., Lyashevskaya M.S., Gol'eva A.A. Argumentation of agriculture in archaeological sites of Priamurye and Primorye: results of palaeobotanical method application. *Vestn. TGU*, 2016, no. 402, pp. 99–108. (In Russ.). <https://doi.org/10.17223/15617793/402/14>
- Silant'eva M.M., Speranskaya N.Yu., Galtsova T.V. The variety of phytoliths of species of the genus *Setaria* in the south of Western Siberia. *Izv. AGU*, 2013, no. 3–2, pp. 99–102. (In Russ.). [https://doi.org/10.14258/izvasu\(2013\)3.2-21](https://doi.org/10.14258/izvasu(2013)3.2-21)
- Speranskaya N.Yu., Solomonova M.Yu., Kharitonova E.Yu. Phytoliths in some grasses of Altai Region from deferent ecological groups and life forms. *Dinam. Okruzh. Sredy Glob. Izmen. Klimata*, 2016, vol. 7, no 1, pp. 155–162. (In Russ.).
- Ustinovskaya L.M., Kats L.M. *Opisanie vydayushchikhsya pavodkov na rekakh Primorskogo kraja za period 1927–1960 gg. Otchet* [Description of Outstanding Floods on the Rivers of Primorsky Krai for the Period 1927–1960. Report]. Vladivostok: Primorskii Upravl. Gidrometsluzhby, 1962. 333 p.
- Vasilyeva T.A., Sergusheva E.A. Agriculture of Jurchen (on the materials of Ekaterinovskiy walled town). *Russ. ATR*, 2014, no. 2, pp. 127–137. (In Russ.).
- Vostretsov Yu.E. Ecological factors of the forming of cultural dynamic on the East Asia coastal zone during Bronze and Iron Ages. *Vestn. DVO RAN*, 2013, no. 1, pp. 109–116. (In Russ.).
- Woodruff J.D., Donnelly J.P., Okusu A. Exploring typhoon variability over the mid-to-late Holocene: evidence of extreme coastal flooding from Kamikoshiki, Japan. *Quat. Sci. Rev.*, 2009, vol. 29, pp. 1774–1785. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.02.005>
- Yang B., Braeuning A., Johnson K.R., Yafeng S. General characteristics of temperature variation in China during the last two millennia. *Geoph. Res. Lett.*, 2002, vol. 29, pp. 381–384. <https://doi.org/10.1029/2001GL014485>
- Zabelina N.N. On the historical topography of the Ussuriysk City. In *Vopr. geografii Dal'nego Vostoka. Sb. 4* [Problems of Geography of the Far East. Vol. 4], 1960, pp. 374–390. (In Russ.).
- Zheng J., Wang W-Ch., Ge Q., Man Zh., Zhang P. Precipitation variability and extreme events in Eastern China during the past 1500 years. *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 2006, vol. 17, pp. 579–592. [https://doi.org/10.3319/TAO.2006.17.3.579\(A\)](https://doi.org/10.3319/TAO.2006.17.3.579(A))

СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ПАЛЕОПОЧВ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА ЛЁССОВО-ПОЧВЕННОГО РАЗРЕЗА ОБИ-МАЗАР (ТАДЖИКИСТАН)

© 2024 О. А. Токарева^{1, 2, *}, М. П. Лебедева^{3, **}, П. М. Сосин^{4, ***},
И. К. Ашурмадов^{5, ****}, Р. Н. Курбанов^{1, 2, 6, *****}

¹Институт географии РАН, Москва, Россия

²Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия

³ФИЦ “Почвенный институт имени В.В. Докучаева”, Москва, Россия

⁴Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, Душанбе, Таджикистан

⁵Институт истории, археологии и этнографии НАНТ, Душанбе, Таджикистан

⁶Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*e-mail: tokareva1406@yandex.ru

**e-mail: m_verba@mail.ru

***e-mail: sosin.paleosol@gmail.com

****e-mail: muhammad.islomov.2017@mail.ru

*****e-mail: roger.kurbanov@gmail.com

Поступила в редакцию 11.04.2023 г.

После доработки 04.03.2024 г.

Принята к публикации 14.03.2024 г.

Лёссово-почвенные серии Центральной Азии охватывают историю субаэрального осадконакопления последних 2–2.5 млн лет. Значительные мощности, большое количество палеопочв, внушительные хронологические рамки ставят лёссово-почвенные серии Афгано-Таджикской депрессии в один ряд со знаменитыми разрезами Лёссового плато Китая. Изучение наиболее значимых разрезов, расположенных в пределах лёссового плато Ховалинг, позволяют разработать региональную хроностратиграфическую схему, исследовать строение и условия формирования главных стратиграфических реперов — погребенных палеопочв. Настоящая работа посвящена уточнению особенностей строения лёссов и палеопочв позднего плейстоцена в одном из разрезов плато Ховалинг — Оби-Мазар. По результатам стратиграфического расчленения, описания макро- и микроморфологического строения, анализа магнитной восприимчивости, изучения химического и гранулометрического состава проведена комплексная характеристика строения, свойств и установлены наиболее вероятные условия формирования палеопочв и лёссов. В позднплейстоценовой части разреза выделяются два лёссовых слоя и один педокомплекс РС1 с тремя спаянными палеопочвами, состоящими в общей сложности из 7 горизонтов. Все слои изученного разреза характеризуются высокой пылеватостью, окарбоначенностью и наличием признаков педогенеза. Имеющиеся данные указывают на наличие слабо развитой палеопочвы МИС 3 в верхнем слое лёсса. Развитый педокомплекс РС1 Оби-Мазара по стратиграфическому положению, особенностям строения, данным магнитной восприимчивости относится к стадии МИС 5. По предварительным данным его формирование происходило в семигумидных и гумидных условиях под лесной растительностью, что способствовало биогенной сегрегации Fe-Mn соединений, а также внутри- и межгоризонтному перераспределению карбонатов за счет диагенетических процессов. Однако к концу последнего межледникового происходила постепенная аридизация, из-за чего верхняя палеопочва наименее развита.

Ключевые слова: Таджикистан, Лёссовое плато Ховалинг, педокомплекс, микроморфология, гранулометрический анализ

DOI: 10.31857/S2587556624020067, **EDN:** DSWHJS

ВВЕДЕНИЕ

С 1970-х годов на территории Афгано-Таджикской депрессии проводились исследования лёссово-почвенных серий (ЛПС), изначально направленные на разработку региональной

стратиграфической схемы (Лазаренко и др., 1977). Обнаруженные в ходе геологических изысканий каменные артефакты привлекли большое внимание, создав основу для организации широкомасштабных исследований каменного

века под руководством В.А. Ранова (Ранов, Шефер, 2000). Позднее для ряда изученных разрезов были собраны данные о стратиграфии, возрасте, литологических и палеопочвенных свойствах ЛПС (Ломов и др., 1982; Dodonov and Baiguzina, 1995). На основе этих данных была создана стратиграфическая схема (Schäfer et al., 1996), позволившая провести корреляцию с изотопно-кислородной кривой (Shackleton et al., 1995) и опорными разрезами Лёссового плато Китая (Ding et al., 2002). Обобщение обширного материала по ЛПС Таджикистана проведено А.Е. Додоновым (2002).

По современным представлениям, лёссы Афгано-Таджикской депрессии имеют эоловый генезис (Додонов, 2002). Пылеватый материал приносился сюда региональными западными ветрами из пустынь Каракумы и Кызылкум (Yang et al., 2006) как в холодные, так и в теплые эпохи плейстоцена (Додонов, 2002; Ранов, Шефер, 2000).

Несмотря на длительную историю изучения, большинство опубликованных материалов по лёссам Афгано-Таджикской депрессии посвящено лишь отдельным аспектам стратиграфии и палеогеографии, среди которых наименее затронутым оказалось изучение палеопочв. Характеристика педокомплексов (РС, *pedocomplex*) обычно приводится фоном и зачастую исчерпывается полевым описанием и ограниченными аналитическими данными. Анализ материалов по палеопочвам ЛПС Таджикистана показал, что все педокомплексы имеют синлитогенное происхождение, из-за чего имеют значительную мощность и целый ряд других особенностей (Ломов и др., 1982). Степень развитости (зрелости) палеопочв в ЛПС Таджикистана различна, причем часть исследователей связывает этот феномен со своеобразием регионального климата (Bronger et al., 1998).

Считается, что формирование всех почв в течение межледниковых эпох происходило в трех климатических фазах: “начальная” — переход от ледникового к межледниковью с пустынно-степными ландшафтами, “оптимальная” — в самый влажный и теплый период при развитии лесной растительности, и “заключительная” при постепенной аридизации в условиях степных и пустынно-степных ландшафтов (Ломов, Сосин, 1976). Этап лёссообразования, соответствующий ледниковой эпохе в предгорьях Центральной Азии, происходил в условиях аридного и резко континентального климата (Додонов и др., 1999) позднего плейстоцена. Развитые палеопочвы соответствуют теплым и влажным интервалам (Dodonov and Baiguzina, 1995). В разрезах плато Ховалинг минералогический анализ не выявил значимых различий в горизонтах В и Вt погребенных и голоценовой почв. В меж-

ледниковье, соответствующее верхнему педокомплексу РС1, климат был несколько более влажным, чем в голоцене (Bronger et al., 1998). Результаты термолюминесцентного (ТЛ) датирования указывают на возраст РС1 в диапазоне 71–127 тыс. л.н. (Frechen and Dodonov, 1998).

Палеопедологические исследования ЛПС Афгано-Таджикской депрессии с привлечением современных методов являются актуальными, так как они позволяют значительно детализировать представления о строении климатических оптимумов и стратиграфии Центральной Азии. Разработанная на основе материалов конца XX в. хроностратиграфическая схема региона требует некоторого обновления и уточнения. Изучение свойств палеопочв необходимо также для реконструкции палеогеографических условий заселения Центральной Азии древним человеком, свидетельства которого выражены в виде серии палеолитических стоянок. В основном культуросодержащие горизонты связаны именно с палеопочвами, в то время как в лёссах находки единичны. Однако и в РС1 количество найденных артефактов пока невелико (Курбанов и др., 2022).

В настоящее время для верхней части разреза Оби-Мазар существует только стратиграфическая схема и приведены базовые литологические свойства (Додонов, 2002; Schäfer et al., 1998), тогда как основное внимание было приковано к РС4–РС6, давшим большую коллекцию каменных артефактов (Ranov, 1996). Цель данного исследования — дать более детальную характеристику строения верхнего педокомплекса ЛПС плато Ховалинг на примере разреза Оби-Мазар, который является одним из наиболее детальных в регионе. Нами была изучена верхняя часть разреза мощностью 19 м, выполнено макро- и микроморфологическое исследование горизонтов лёсса и РС1, дополненное измерением магнитной восприимчивости, гранулометрического и химического состава.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Лёссовое плато Ховалинг занимает северную часть Афгано-Таджикской депрессии, расположенную между горными системами Гиндукуша, Памира и Гиссаро-Алая (рис. 1а). Плато расположено в предгорьях и среднегорьях на абсолютных высотах в диапазоне до 2500 м и сложено мощными (до 200 м) лёссово-почвенными сериями.

В настоящее время среднегодовая температура в этом районе составляет около 11–13°C, сумма осадков — 800 мм, из которых 70% приходится на холодный период (январь–май) и выпадает, в основном, в ливневом режиме (Yang and Ding, 2006). Летом в регионе господствуют пыльные

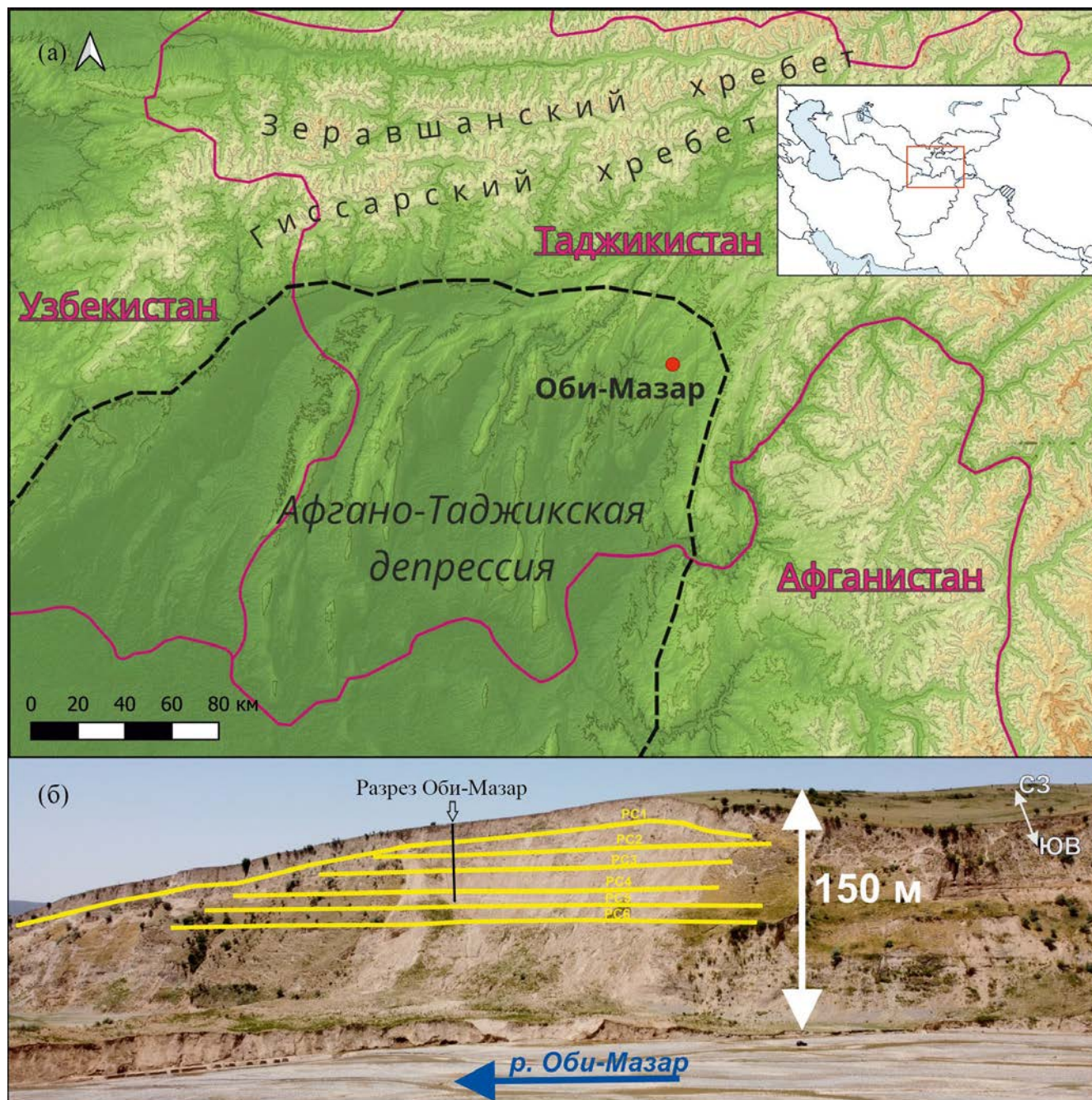


Рис. 1. Карта расположения (а) и общий вид обнажения и разреза Оби-Мазар (б). Красной точкой (а) показано местоположение изученного разреза, желтыми линиями (б) — залегание шести выделенных педокомплексов (РС).

бури, западные ветры приносят из среднеазиатских пустынь эоловую пыль, которая быстро оседает при встрече с Памирской горной системой (Dodonov and Baiguzina, 1995).

Разрез Оби-Мазар ($38^{\circ}17'52.1''$ с.ш., $69^{\circ}53'01.6''$ в.д., 1340 м над ур. м.), расположен напротив кишлака Лахути в Ховалингском районе Таджикистана. Субаэральная лёссово-почвенная толща имеет мощность около 75 м и включает 7 педокомплексов, которые были описаны ранее (Додонов, 2002). Лёссовые отложения подстилаются галечником, песчаным и глинистым аллю-

вием. Нами изучена верхняя часть ЛПС мощностью 19 м в обнажении в правом борту долины Оби-Мазар, в эрозионном цирке, образовавшемся за счет подмыва рекой (рис. 1б). Разрез был заложен на краю междуречного плато, не доходя до параллельного реке древнего склона, где вскрываются наиболее полные серии лёссов и палеопочв позднего плейстоцена с минимальными потерями за счет эрозии.

Обнажение мощностью около 150 м представляет собой отвесную стенку (рис. 2в), что создает сложности для изучения в полевых усло-

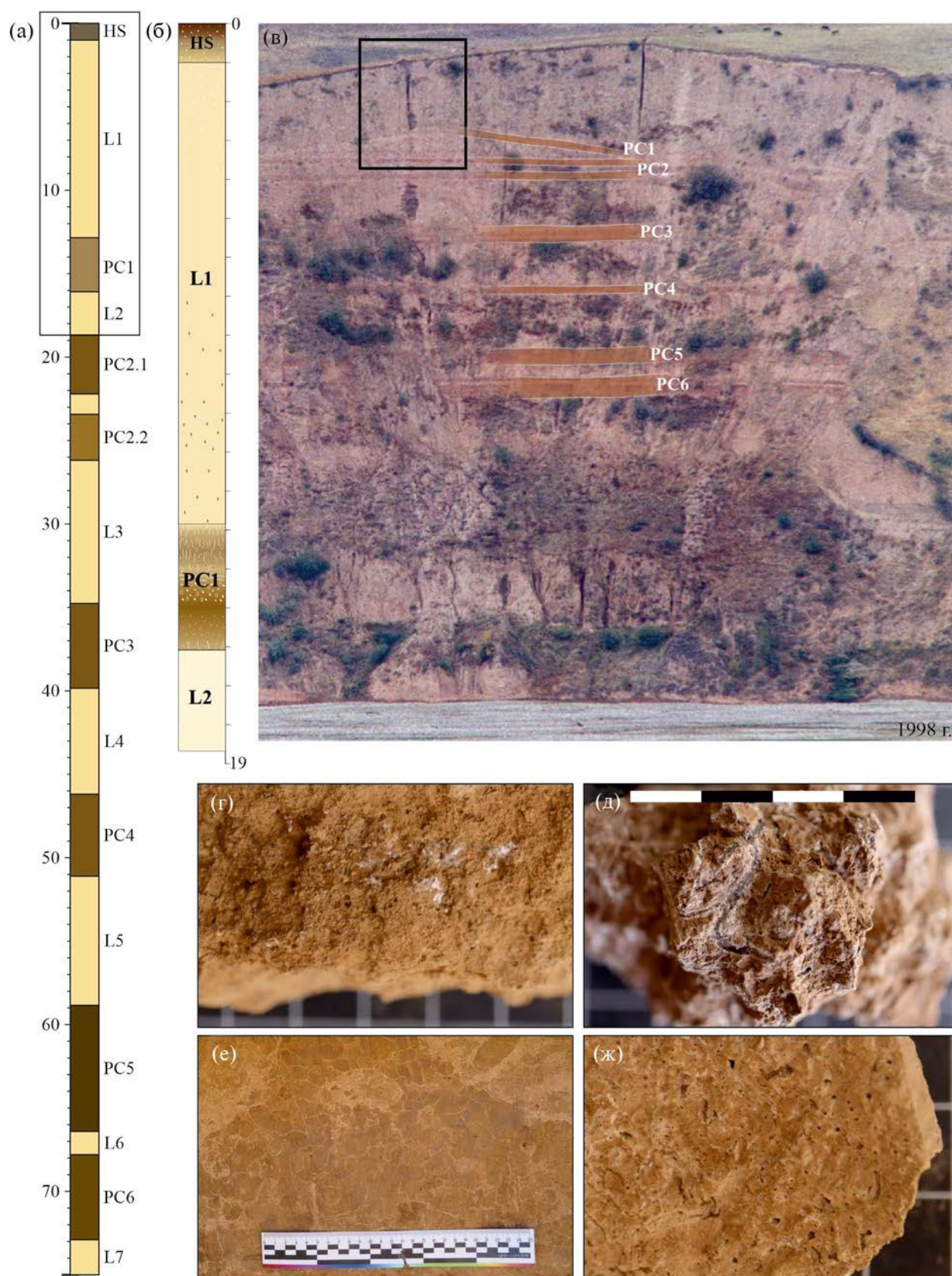


Рис. 2. Стратиграфическая колонка разреза Оби-Мазар (а); строение верхней части разреза Оби-Мазар (б); общий вид обнажения Оби-Мазар (Schäfer and Sosin, 2013) (в); темными полосами выделены РС; карбонаты по порам и гумусированная зона в пачке L1 (г); карбонаты по порам и органо-минеральные кутаны по корневым ходам, гор. 2Bwк (д); биолиты-камелы беспозвоночных с твердыми окarbonаченными стенками в гор. 2BAк (е); карбонаты по порам и Fe-Mn кутаны по ходам корней, гор. 3Bк (ж).

виях. В связи с этим были подготовлены три отдельных вертикальных зачистки: верхняя — для характеристики голоценовой части, вторая — для лёсса над PC1, и третья — для изучения палеопочв PC1. В каждой зачистке были подготовлены вертикальные стенки, разделенные на пикеты. Пикеты нумеровали сверху вниз, горизонтальную проекцию высот между смежными пикетами проводили с использованием водяного уровня. Зачистки закладывались в ненарушенной оползневыми процессами толще лёссов и палеопочв. В зачистках было выполнено подробное макро-морфологическое описание палеопочв и лёссов.

По всему разрезу была измерена полевая магнитная восприимчивость с помощью портативного каппаметра PIMV. Для гранулометрического анализа образцы отбирались с интервалом каждые 2 см на всю мощность разреза. Из каждого генетического горизонта палеопочв и отдельных морфологически отличимых слоев лёссов для анализа химического состава отбирались рыхлые образцы, а для микроморфологических исследований — монолиты с ненарушенной структурой. В лаборатории для сухих образцов из каждого почвенного горизонта был определен цвет по шкале Манселла (Munsell, 2000).

Микроморфологическое строение изучено в шлифах размером 4×5 см, изготовленных в Лаборатории минералогии и микроморфологии почв Почвенного института имени В.В. Докучаева (патент по изготовлению шлифов № 2728926). Описание микростроения проведено по международной классификации (Stoops, 2021) с использованием поляризационного микроскопа Olympus BX51 с цифровой камерой Olympus DP26. Результаты описания представлены в табличной форме. На основе относительного содержания основных типов почвенных новообразований реконструированы почвообразовательные процессы.

Для гранулометрического анализа пробоподготовка включала растирание материала, последовательное удаление карбонатов (HCl) и органического вещества (H_2O_2), пептизацию ($Na_4P_2O_7$), а также дополнительное диспергирование ультразвуком (Mazneva et al., 2021; Varga et al., 2019). Гранулометрический состав определен на лазерном дифрактометре Malvern Mastersizer 3000 в Институте географии РАН в Лаборатории палеоархивов природной среды. После добавления образца в диспергирующий блок HydroEV материал подвергался ультразвуковой обработке мощностью 70% в течение 100 секунд. После выключения ультразвука было выполнено семь повторных измерений, а затем усреднение результатов в приложении Mastersizer v.3.62. Размер частиц рассчитывали по теории Ми со значениями показателя преломления диспергатора $n = 1.33$, частиц $n = 1.55$

и коэффициента поглощения $k = 0.1$ (Ozer et al., 2010). Всего исследовано 236 образцов. На основе международной шкалы ISO 14688-1:2002 выделены следующие размерные фракции частиц: ил <2 , тонкая пыль 2–6.3, средняя пыль 6.3–20, крупная пыль 20–63, мелкий песок 63–200, средний песок 200–630, крупный песок 630–2000, гравий >2000 μm (микрон). Также выделена фракция <1 μm . По измерениям 40 случайно выбранных образцов из пачек L1 и PC1 построены кривые распределения гранулометрического состава, показывающие объем частиц (%) определенного размера (μm). По результатам измерений с помощью встроенных функций в приложение Mastersizer v.3.62 были рассчитаны статистические параметры для размеров частиц: среднее арифметическое, медиана, мода, асимметрия и эксцесс. Рассчитан индекс U-ratio (отношение фракций 16–44 μm / 5.5–16 μm), который отражает силу ветрового потока при осадконакоплении (Vandenberghe et al., 1997), и гранулометрический индекс (ГИ) — “grain-size index” (отношение фракций 20–50 и <20 μm), предложенный в качестве индикатора силы ветра и эолового происхождения материала (Rousseau et al., 2002).

Для валового химического анализа из срединной части каждого горизонта палеопочв отбиралась усредненная проба. Просеянные через сито 1 мм образцы анализировались на содержание макро- и микроэлементов методом энерго-дисперсионной рентгеновской спектроскопии по ГОСТ 33850-2016 в Отделе химии и физикохимии почв Почвенного института имени В.В. Докучаева на рентгенофлуоресцентном спектрометре РеСпект (ООО “Толоконников”, Москва, Россия). Содержания элементов рассчитаны на непрокаленную навеску. Содержание гумуса определено в Лаборатории водных процессов и гидрофизических процессов ИВП-ГИЭ НАНТ (Душанбе) методом Тюринга (Воробьева, 1998), без предварительного удаления карбонатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Строение разреза

Изученная часть разреза Оби-Мазар представлена лёссово-почвенной серией и разделена на пачки, соответствующие лёссам или педокомплексам. Вся толща в той или иной степени проработана почвообразующими процессами, однако выделяются слои лёсса с более яркими признаками педогенеза, которым присваивался индекс *s*. В строении разреза (рис. 26) сверху вниз вскрыты 4 пачки:

Пачка 1 (HS, голоценовая почва), 0–1 м — бывшая пахотная почва, сильно эродированная из-за высокой пастбищной нагрузки и склоновой

Таблица 1. Краткое макро- и микроморфологическое описание горизонтов PC1, слоев лёссов L1 и L2 разреза Оби-Мазар

Глубина и мощность, м	Слой	Горизонт	Макроморфологические свойства			Микроморфологические свойства				
			Цвет	Гранулометрический состав и структура	Особые свойства	Микроструктура/ b-fabric	Новообразования			
							СаСО ₃	Органо-минеральные	Тонкопылеватые	Fe-Mn
$\frac{11-12.85}{1.85}$	L1.5	Ск	Палевый, 10 YR 6/4d	Средний суглинок, бесструктурный, плотный	Ед. биолиты-капсулы, раковины моллюсков	Массивная/Кристаллитовая	к. и г/к.; сростки спарита	г/к.		
$\frac{12.85-13.15}{0.3}$	PC1.1	1ABk	Темно-желтый со слабо коричневым оттенком, 10 YR 5/4d	Средний суглинок, бесструктурный, плотный	СаСО ₃ прожилки, раковины моллюсков	Зернистая с гумусовой пропиткой /Кристаллитовая, раздельно-чешуйчатая	к. и г/к.; к. и инф. сростками спарита	г/к.	к. и инф.	г/к.; нодули
$\frac{13.15-13.8}{0.65}$		1BAk	Коричнево-желтоватый, 10 YR 6/4d	Средний суглинок, глыбистая, плотный	Биолиты-капсулы, больше СаСО ₃ прожилок	Канальная/Кристаллитовая	к. и г/к.; нодули		к. и инф.	
$\frac{13.8-14.07}{0.27}$	PC1.2	2ABwk	Палевый, 10 YR 7/3d	Средний суглинок, глыбистая, более плотный	Биолиты-капсулы, больше СаСО ₃ в пропитке и прожилках	Комковатая с гумусовой пропиткой / Кристаллитовая, раздельно-чешуйчатая	к. и г/к.; сростки спарита	г/к.	Слоистые к. и инф. + глинистые к.	
$\frac{14.07-14.83}{0.76}$		2BAk	Светло-коричневый с желтым оттенком, 10 YR 5/4d	Средний суглинок, комковато-глыбистая, плотный	Биолиты-капсулы, горизонтальные прослойки СаСО₃ до 8 мм в верхней части гор., кратовины до 4 см Ø со светлым материалом (из 2ABwk)	Зернистая/Раздельно-чешуйчатая, кристаллитовая	к. и г/к.; нодули; сростки спарита		двухслойные к. и инф.	г/к.; нодули

Таблица 1. Окончание

Глубина и мощность, м	Слой	Горизонт	Макроморфологические свойства			Микроморфологические свойства			
			Цвет	Гранулометрический состав и структура	Особые свойства	Микроструктура/ b-fabric	СаСО ₃	Органо-минеральные	Тонкопылеватые
$\frac{14.83-15.05}{0.22}$		3Ak	Светло-коричневый, 10 YR 6/4d	Средне-тяжелый суглинок, глыбисто-комковатая, менее плотный	Ед. прожилки СаСО ₃	Зернистая с гумусовой пропиткой /Раздельно-чешуйчатая, кристаллитовая	к. + игольчатый ; г/к.; нодули; сростки спарита		Fe-Mn
$\frac{15.05-15.7}{0.65}$	PC1.3	3Bk	Темно-желтый с коричневым оттенком, 10 YR 7/3d	Средний суглинок, комковато-глыбистая, плотный	Прожилки СаСО ₃	Канальная/Кристаллитовая	к. + игольчатый ; г/к.; инф.; нодули; сростки спарита		Слоистые к. и инф. г/к.; нодули
$\frac{15.7-16.1}{0.40}$		3BCwk	Темно-желтый со слабым коричневым оттенком, 10 YR 7/4d	Средний суглинок, глыбистая, плотный	СаСО ₃ прожилки по мелким порам, много конкреций до 1 см Ø	Массивная/Кристаллитовая, раздельно-чешуйчатая	к. и г/к.; нодули; сростки спарита	г/к.	Слоистые к. и инф. + глинистые фрагментарные к.
$\frac{16.1-17.96}{1.86}$	L2.1	Ck	Палевый, 10 YR 7/4d	Средний суглинок, бесструктурный, менее плотный	СаСО ₃ прожилки по мелким порам, много конкреций до 1 см Ø	Массивная/Раздельно-чешуйчатая, кристаллитовая	к. и г/к.; нодули; сростки спарита		Слоистые к. и инф. нодули
$\frac{17.96-18.68}{0.72}$	L2.2	Ck	Палевый, 10 YR 7/4d	Средний суглинок, бесструктурный, менее плотный	Прожилки СаСО ₃	Массивная/Раздельно-чешуйчатая, кристаллитовая	к. и г/к.; нодули; сростки спарита		Слоистые к. и инф. нодули

Примечание. Полужирным шрифтом выделены особые свойства. b-fabric – оптическая ориентация тонкодисперсной массы; ед. – единичные; Ø – диаметр; к. – кутаны; г/к. – гипокутаны; инф. – инфиллинги, слоистые – слоистые пылевато-карбонатные кутаны.

эрозии. По IUSS Working Group WRB (2015) данная почва относится к группе Regosols Protocalcic. В данной работе свойства современной почвы рассматриваться не будут.

Пачка 2 (L1), 1–12.85 м — лёсс, перекрывающий педокомплекс PC1, с характерной вертикальной стенкой, карбонатный, со слабыми признаками почвообразования, желто-палевый (10 YR 6/4d по Манселлу) бесструктурный, среднесуглинистый, уплотненный, поры тонкие в небольшом количестве. В строении пачки выделяются 5 слоев с различной степенью выраженности биологической проработки:

- L1.1, 1–5 м — лёсс с единичными мелкими плотными карбонатными конкрециями до 2 мм в диаметре;
- L1.2, 5–7 м — лёсс однородный без новообразований;
- L1.3, 7–10 м — лёсс с редкими включениями биолитов-капсул с твердой оболочкой;
- L1.4s, 10–11 м — лёсс с большим количеством включений биолитов-капсул, чем выше, и редкими карбонатными конкрециями до 2 мм в диаметре;
- L1.5, 11–12.85 м — лёсс с единичными биолитами-капсулами.

Пачка 3 (PC1), 12.85–16.1 м — педокомплекс, светло-коричневый, среднесуглинистый, слабо оструктуренный, преимущественно содержит карбонатные конкреции. В нем выделяется 7 почвенных горизонтов, объединенных в 3 спаянных палеопочвы. Подробное описание почвенных горизонтов приведено в табл. 1.

- PC1.1, 12.85–13.8 м — верхняя палеопочва с профилем 1ABk–1BAk (индексы даны в соответствии с WRB (2015)), с карбонатными новообразованиями по порам (далее — прожилки) и биолитами-капсулами в 1BAk;
- PC1.2, 13.8–14.83 м — средняя палеопочва с профилем 2ABwk–2BAk, с большим количеством биолитов-капсул и более сильной карбонатной пропиткой;
- PC1.3, 14.83–16.1 м — нижняя палеопочва с профилем 3Ak–3Bk–3BCwk, с карбонатными прожилками.

Пачка 4 (L2), 16.1–18.68 м — подстилающий педокомплекс карбонатный лёсс, палевый, среднесуглинистый, слабо пористый, бесструктурный, с конкрециями карбонатов. Выделяются два слоя:

- L2.1, 16.1–17.96 м — лёсс с карбонатными прожилками и большим количеством мелких конкреций;
- L2.2, 17.96–18.68 м — лёсс с единичными карбонатными прожилками.

Отмеченные биолиты-капсулы являются камерами-гнездами, образованными в результате жизнедеятельности жуков родов чернотелок и хрушей. Они описаны преимущественно для сероземов

и представляют собой гнезда окукленных личинок с уплотненной стенкой. Переходя в погребенное состояние, капсулы заполняются окружающим почвенным материалом (Валиахмедов, 1977).

Макро- и микростроение палеопочв

На макроуровне пачки L1, PC1 и L2 имеют среднесуглинистый состав с окраской от желто-палевой для лёссов до коричневой для почвенных горизонтов. На микроуровне данные пачки схожи по порфировидному микросложению — со значительным преобладанием в составе пылеватой фракции и редкими разбросанными песчаными зёрнами. В минеральном составе выделяются кварц, полевые шпаты, рудные минералы, в том числе гематит, слюды и их выветрелые формы. Внутрипедная масса (ВПМ) этих отложений характеризуется микритовой пропиткой с разной степенью биогенной переработки, а также небольшим содержанием органо-минеральных сгустков. В порах всех лёссовых слоев и почвенных горизонтов обнаружены округлые экскременты, обыкновенно окаربоначенные, но в почвенных горизонтах их количество значительно больше.

В лёссовом слое L1.5 (11–12.85 м) микроморфологический анализ показал наличие признаков слабого почвообразования (рис. 3а) — перераспределение карбонатов, невысокое содержание аморфного тонкодисперсного органического материала в комплексе с Fe и Mn около пор — остатки ризолитов, а также признаки биологической переработки — экскременты педофауны беспозвоночных, обломки раковин моллюсков. В ВПМ присутствуют кристаллические сростки спарита, которые, скорее всего, унаследованы от лёссового материала (см. табл. 1).

В педокомплексе PC1 (мощность 3.25 м) выделено 7 горизонтов. По особенностям профильного распределения диагностических макро- и микропризнаков эти горизонты образуют 3 наложенных одна на другую палеопочвы. Границы между горизонтами почв ровные, переходы постепенные.

Верхняя палеопочва PC1.1 (мощность 0.95 м) представлена горизонтами 1ABk–1BAk со слабо выраженными на макроуровне признаками почвообразования (см. табл. 1). В гор. 1BAk обнаружены биолиты-капсулы.

На микроуровне в PC1.1 признаки почвообразования выражены достаточно отчетливо (рис. 4). Особенности гор. 1ABk являются гумусовая пропитка, зернистая структура, разнообразные по составу кутаны — карбонатные и Fe-Mn. Карбонатные кутаны могут быть результатом привноса карбонатов из верхнего горизонта, поскольку они отмечены в порах

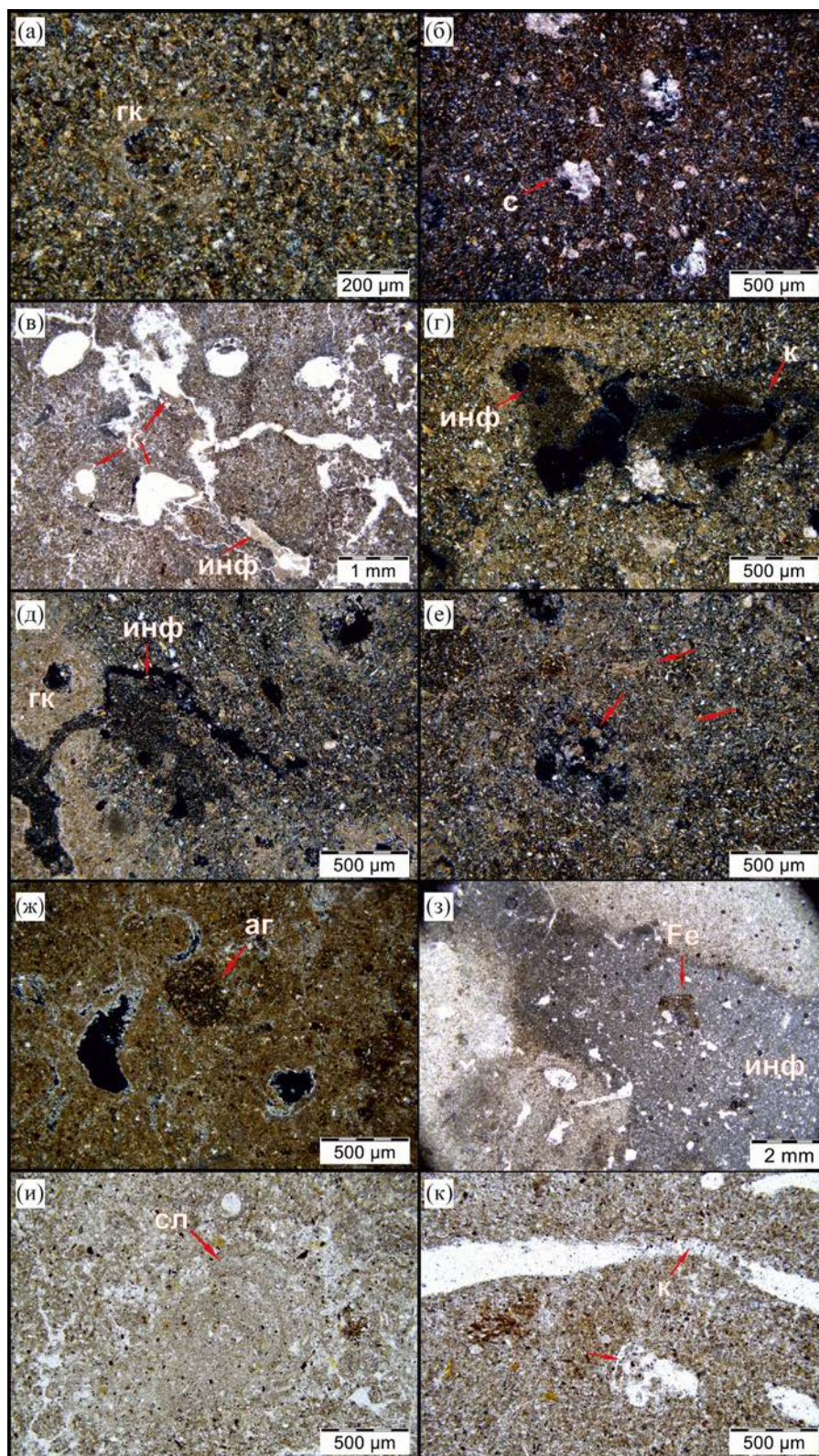


Рис. 3. Микроморфологические особенности горизонтов почв и слоев лёссов в верхней части разреза Оби-Мазар. Красные стрелки указывают на описанные признаки. CaCO_3 гипокутаны у поры, заполненной ВПМ – L1.5 (XPL) (а); сrostки спарита, 1ABk (XPL) (б); копрогенная микроструктура, илесто-пылеватые кутаны и инфиллинги, CaCO_3 кутаны, 1BAk (PPL) (в); сrostки спарита, пылеватые кутаны и инфиллинги, CaCO_3 гипокутаны, 2ABwk (XPL) (г); илесто-пылеватые инфиллинги, мощные CaCO_3 гипокутаны, слабоокarbonаченная ВПМ, 2BAk (XPL) (д); окarbonаченные экскременты в порах и карбонатные микронодулы, 3Ak (XPL) (е); округлый гумусированный агрегат с CaCO_3 покровами, унаследованный от трансформированного гумусового горизонта, 3Bk (XPL) (ж); мощный CaCO_3 инфиллинг с пористостью и Fe-сгустками внутри, 3BCwk (PPL) (з); илесто-пылеватое заполнение с серповидной слоистостью, 3BCwk (PPL) (и); биогенные каналы, микритовый инфиллинг, экскременты, L2.2 (PPL) (к).

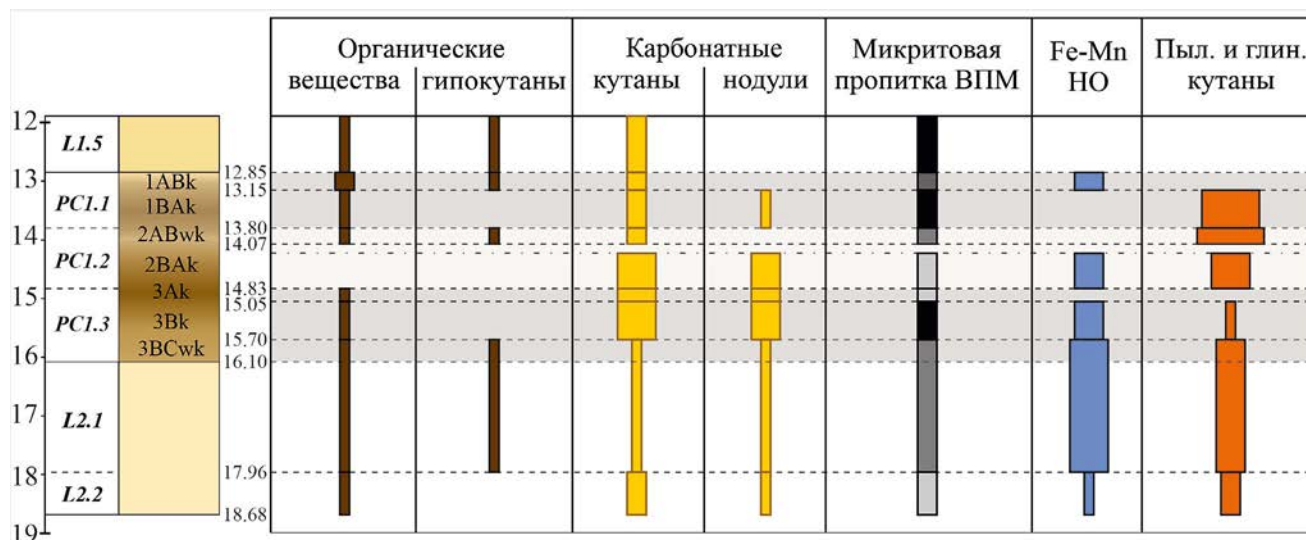


Рис. 4. Степень выраженности микропризнаков в изученных горизонтах палеопочв. Ширина колонки в схеме отражает частоту встречаемости генетического микропризнака для каждого горизонта. ВПМ — внутриведная масса. НО — новообразования. Пыл. и глин. — илисто-пылеватые и глинистые кутаны. В колонке по микритовой пропитке ВПМ более сильная пропитка отмечена более темным цветом.

слабо окarbonаченного гумусово-глинистого материала. Сrostки спарита (рис. 3б), скорее всего, унаследованы от почвообразующего материала. Нижележащий гор. 1BAk также имеет в отдельных микроразонах зернистую микроструктуру, небольшое количество сгустков аморфного органо-минерального вещества и кутаны (см. табл. 1). Горизонт сильно переработан биотой, отмечены включения глинисто-гумусовых бескарбонатных агрегатов, которые могут быть свидетелями наличия гумусового горизонта, который позже трансформировался в срединный горизонт. В отличие от 1ABk он имеет более мощную микритовую пропитку, пылеватые кутаны и инфиллинги (рис. 3в), но лишен сrostков спарита и Fe-Mn гипокутан и нодулей. Внутриведное изменение этих показателей позволяет предполагать наличие более влажных сезонов/годов. Карбонатные и Fe-Mn признаки в PC1.1 могут свидетельствовать о слабом кратковременном увлажнении со сменой окислительно-восстановительного потенциала.

По совокупности признаков PC1.1 предварительно сопоставляется нами с Haplic Calcisol (WRB, 2015), или сероземом (Классификация..., 1977). Данная почва указывает на семиаридный климат с контрастным режимом годовых осадков 170–600 мм и при сумме активных температур 3500–5800°C. Растительность представлена пустынно-степным фитоценозом и образует сомкнутый покров из эфемеров и эфемероидов, развивающихся на предгорьях.

Средняя (вторая) палеопочва PC1.2 (мощность 1.03 м) представлена горизонтами 2ABwk–2BAk.

На макроуровне признаки почвообразования выражены более отчетливо и диагностируются по наличию комковато-глыбистой структуры, увеличению прожилок карбонатов по порам (рис. 2д), по сравнению с PC1.1. Особенностью 2BAk является наличие карбонатных прослоек толщиной 6–8 мм в верхней его части и биолитов-капсул в его нижней части, а также ходов педофауны и кротовин с материалом из верхнего горизонта.

На микроуровне PC1.2 отличается от PC1.1 появлением большего числа остаточных зон и агрегатов со слабо окarbonаченной глинисто-гумусовой плазмой в гор. 2BAk (рис. 3д), и многослойных карбонатно-гумусово-пылеватых кутан (рис. 3г) и инфиллингов в гор. 2ABwk. Также наблюдается большее содержание сrostков спарита. В гор. 2BAk отмеченные сложные многослойные покровы пор (илисто-пылеватые поверх карбонатных) позволяют говорить о смене аридных условий на более гумидные. Таким образом, на микроуровне отмечены полигенетические микропризнаки развития этой палеопочвы, отражающие смену ландшафтно-климатических условий.

Палеопочва PC1.2 предварительно сопоставляется нами с Calcic Luvic Kastanozems, или коричневыми карбонатными почвами. Выявленные признаки этой палеопочвы позволяют говорить о среднегодовом количестве осадков 400–500 мм и коэффициенте увлажнения 0.5–0.6. Для нее характерно накопление по всему профилю вторичных карбонатов, наложенных на бескарбонатный гумусированный материал.

Естественная растительность представлена низкорослыми кустарниковыми лесами.

Нижняя палеопочва PC1.3 (мощность 1.27 м) имеет более развитый профиль 3Ak–3Bk–3BCwk. На макроуровне отличается повышенным количеством мелких прожилок карбонатов-ризоидов, но отсутствием биолитов.

На микроуровне гор. 3Ak отличается пропиточной гумусированностью, большим разнообразием карбонатных новообразований за счет меж- и внутригоризонтной миграции кальцита с образованием кутан, гипокутан и нодулей (рис. 3е). В нижних горизонтах 3Bk–3BCwk присутствуют илесто-пылеватые кутаны, Fe-Mn нодули и гипокутаны, которые указывают на периодическую (сезонную) смену окислительно-восстановительных условий. В гор. 3BCwk встречаются крупные инфилинги сильно окарбоначенного материала — мощные карбонатные “языковатые” затеки с Fe-сгустками (рис. 3з), а также фрагментарные глинистые кутаны, илесто-пылеватые инфилинги с серповидной слоистостью — биогенные инфилинги (рис. 3и). Предполагается, что они связаны с влиянием латерального внутригрунтового потока. Горизонты 3Bk и 3BCwk имеют включения пылевато-глинистых агрегатов без пропитки микритом (рис. 3ж). Их появление можно объяснить активной межгоризонтной биологической педотурбацией. Вся *PC1.3* характеризуется наличием кутан из игольчатого кальцита, которые могут указывать на развитие грибного мицелия (Becze-Deák et al., 1997).

Палеопочва *PC1.3* сопоставляется нами с Luvic Kastanozems, или коричневыми выщелоченными почвами, которые часто образуются на лёссовых породах и приурочены к сухому и континентальному климату с относительно холодной зимой и жарким летом. Среднегодовое количество осадков 550–650 мм, коэффициент увлажнения 0.75–0.9. Они формируются под дубовыми или грабово-дубовыми лесами с орешником, алычой и т.п.

Подстилающая данный педокомплекс пачка лёсса L2 по макропризнакам отличается от лёсса L1 меньшей плотностью, наличием более мелких конкреций карбонатов и отсутствием биолитов. Слой *L2.1* на микроуровне характеризуется присутствием признаков биотурбаций, о чем свидетельствуют фрагменты гумусированного материала и большим количеством экскрементов педофауны (рис. 3к). Слой *L2.2* отличается наличием пор выщелачивания от единичных кристаллов гипса, которые ранее были образованы в более аридных условиях при количестве осадков <300 мм/год (Khormali and Abtahi, 2003). При последующем промывном режиме гипс был выщелочен из этого слоя лёсса.

Таким образом, в позднеплейстоценовой части разреза Оби-Мазар слои лёсса имеют признаки почвообразования, но существенно менее выраженные, чем в палеопочвах. Эти признаки не противоречат литературным материалам по свойствам лёссовых отложений (Makeev, 2009).

Гранулометрический состав отложений

Профильное распределение параметров гранулометрического анализа приведены на рис. 5, а их усредненные значения по пачкам L1, L2 и палеопочвам PC1 — в табл. 2. Изученные отложения в разрезе Оби-Мазар отличаются пылеватым гранулометрическим составом с высокой сортированностью, из-за чего стратификация внутри разреза по составу слабо выражена. В отложениях преобладает фракция пыли (2–63 μm), содержание которой колеблется от 87 до 89%, а содержание илистой фракции (<2 μm) в лёссах составляет 9.5%, а в палеопочвах варьируется в диапазоне от 11 до 12% (см. табл. 2). Среднее содержание песка в слоях обычно не превышает 1%, однако, наблюдаются локальные пики (см. рис. 5а).

Средний размер частиц в позднеплейстоценовой толще разреза Оби-Мазар достаточно однородный (см. рис. 5а) и колеблется около 16 μm в лёссах и около 14 μm в палеопочвах (см. табл. 2). Во всех палеопочвах размер частиц меньше, чем в лёссах. Минимальное значение среднего размера частиц наблюдается в палеопочве *PC1.2* (13.9 μm) из-за увеличения содержания илистой фракции (12%). Медианный размер частиц колеблется около 11–12 μm в лёссах и 9–10 μm в палеопочвах, а модальный — около 17 μm в лёссах и 15–16 μm в палеопочвах. Фракции имеют мономодальное распределение с модой в фракции крупной пыли (рис. 6). Распределение частиц, измеренное по каждому образцу, имеет положительную асимметрию и положительный, островершинный, эксцесс, то есть небольшой разброс в размерности зерен. На протяжении всей толщи асимметрия практически не изменяется (см. рис. 5а).

Изменение медианы имеет выраженную тенденцию уменьшения от верхней части пачки L1 к средней палеопочве *PC1.2*, а ниже увеличивается в середине толщи L2, что согласуется с содержанием илистой и песчаной фракций. В позднеплейстоценовой толще Оби-Мазара увеличение содержания песка более приурочено к верхней палеопочве *PC1.1* и слою *L2.1*, что, вероятно, связано с кратковременным влиянием близкорасположенных источников материала. Аккумуляция песчаной фракции может быть связана как с различными событиями, определявшими развитие флювиальных процессов (перестройку долин, врезание рек), так и с резким

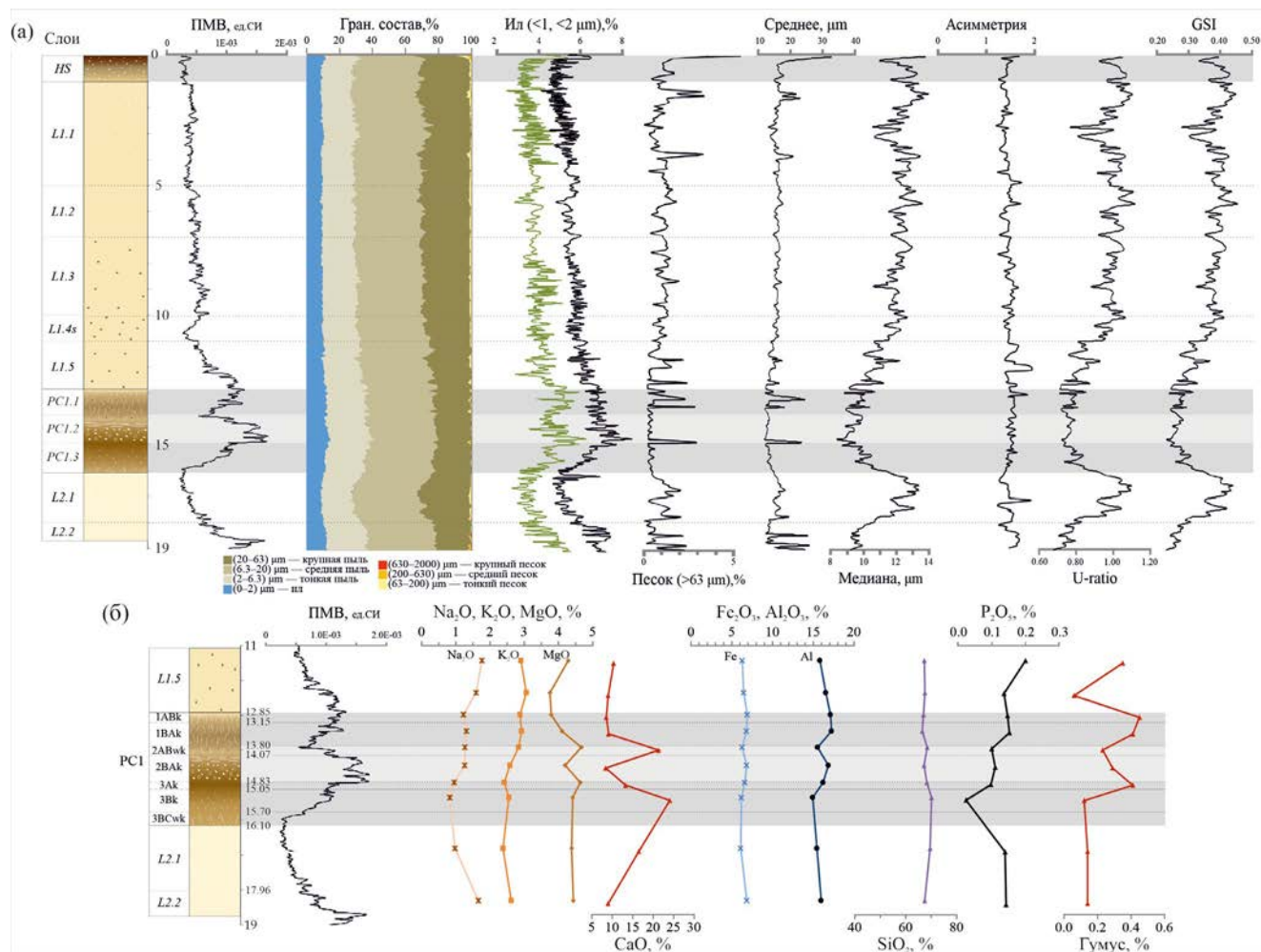


Рис. 5. Профильное распределение результатов магнитометрического и гранулометрического анализов. HS – голоценовая почва. ПМВ – полевая магнитная восприимчивость (ед. СИ). Ил – частицы <1 μm отмечены зеленой линией, <2 μm – черной линией (а). Профильное распределение результатов химического анализа (б).

уменьшением плотности растительного покрова в долинах рек и на склонах.

Индексы U-ratio и ГИ показали практически идентичные кривые, очень схожие по профильному распределению с медианой. Для изученной толщи оба индекса имеют низкие значения, практически не превышая 0.97 и 0.37 соответственно. Для пачек L1 и L2 индекс U-ratio в среднем составляет 0.95, что характерно для холодных эпох с сильными ветрами, и уменьшается в среднем до 0.78 в палеопочвах (см. табл. 2). Аналогичная картина наблюдается для ГИ, где значения уменьшаются от 0.36 в лёссах до 0.27 в палеопочвах.

На кривых этих индексов слои L2.1 и L2.2 различаются, что, вероятно, указывает на сильные различия в циркуляции атмосферы в периоды их формирования. Для L2.1 характерна большая сила ветра и высокое содержание пыли в атмосфере, тогда как для L2.2 значения U-ratio и ГИ идентичны слоям палеопочв. Предположительно, изменения в слоях L2.1 и L2.2 указывают на переломный момент в динамике

температур и увлажнения, оказавших определяющее значение для развития растительного покрова, который удерживает материал от переноса. Это подтверждает наш вывод о разной интенсивности проявления почвообразования, сделанный по результатам микроморфологического анализа.

Химический состав отложений

Содержание Na₂O и K₂O слабо отличается между почвенными горизонтами и слоями лёссов (см. рис. 5б). В горизонтах PC1.3 отмечается немного более активное выщелачивание Na, чем K, особенно из 3BK и 3BCwk. Такая же тенденция отмечается для более древних педокомплексов ЛПС Таджикистана (Yang et al., 2006), где более низкое содержание Na и K в палеопочвах, чем в лёссах, связывают с более интенсивным выветриванием и процессами почвообразования. По сравнению с этими элементами Mg выщелачивается меньше (Yang et al., 2006).

Таблица 2. Усредненные значения параметров и индексов гранулометрического анализа для стратиграфических пачек L1, L2 и палеопочв PC1 разреза Оби-Мазар

Пачка/ Слой	Мощность, см	Содержание фракций, %			Характерный диаметр частиц, μm			Параметры распределения		Индекс	
		Ил	Пыль	Песок	Среднее	Медиана	Мода	Асимметрия	Экссесс	U-ratio	ГИ
HS	100	9.8 ± 1.5	87.8 ± 3.5	2.4 ± 2.9	19.5 ± 5.8	12.2 ± 0.9	18.1 ± 0.6	1.4 ± 0.1	2.6 ± 0.3	1.01 ± 0.04	0.38 ± 0.03
L1	1185	9.5 ± 0.9	89.4 ± 0.8	1.1 ± 0.9	16.1 ± 2.0	12.1 ± 1.0	17.8 ± 1.2	1.5 ± 0.1	2.7 ± 0.6	0.97 ± 0.09	0.37 ± 0.04
PC1.1	95	11.8 ± 0.7	87.4 ± 0.7	0.8 ± 0.7	14.5 ± 3.0	9.7 ± 0.5	15.1 ± 0.6	1.6 ± 0.1	3.1 ± 0.7	0.78 ± 0.04	0.27 ± 0.02
PC1.2	103	12.0 ± 1.3	87.2 ± 1.1	0.8 ± 0.8	13.9 ± 2.3	9.5 ± 0.5	15.1 ± 0.3	1.5 ± 0.1	2.7 ± 0.3	0.76 ± 0.02	0.26 ± 0.01
PC1.3	127	10.9 ± 1.3	88.6 ± 1.4	0.6 ± 0.5	14.1 ± 2.1	10.2 ± 1.0	15.9 ± 1.2	1.5 ± 0.1	2.5 ± 0.3	0.80 ± 0.05	0.28 ± 0.03
L2	258	9.5 ± 1.3	89.6 ± 1.2	0.9 ± 0.5	15.6 ± 2.1	11.6 ± 1.3	17.2 ± 1.5	1.5 ± 0.2	2.9 ± 1.1	0.92 ± 0.13	0.35 ± 0.07

Примечание. Параметры "среднее", "медиана", "мода" рассчитаны для размера частиц. HS – голоценовая почва. Индекс U-ratio – отношение фракций $16-44 \mu\text{m}$ / $5.5-16 \mu\text{m}$, индекс ГИ – отношение фракций $20-50 \mu\text{m}$ / ($<20 \mu\text{m}$).

Незначительные изменения содержания SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 в изученной толще можно объяснить единым источником лёссового материала и отсутствием сильного выветривания силикатных минералов. CaO и P_2O_5 являются наиболее мобильными соединениями, причем в одних горизонтах, таких как 2ABwk и 3Bk, их содержание изменяется сильнее, чем в других (см. рис. 56). Повышенное содержание CaO в некоторых почвенных горизонтах (2ABwk, 3Bk–3BCwk) связано с сильным окислением, что хорошо согласуется с микроморфологическими признаками. В то же время содержание P_2O_5 имеет обратную тенденцию.

В позднеплейстоценовой толще содержание гумуса невелико, около 0.3%. Пачка L1 обладает большой мощностью, и содержание органического вещества в ней варьирует в пределах 0.06–0.70%, что связано с различной интенсивностью процессов почвообразования и колебаниями в особенностях его минерализации после погребения. В гор. 1ABk верхней палеопочвы и гор. 3Ak нижней палеопочвы отмечается повышенное содержание гумуса по сравнению с нижележащими горизонтами и составляет ~0.42%, уменьшаясь в срединных горизонтах до 0.26%. В горизонтах нижней палеопочвы (3Bk, 3BCwk) и в L2 содержание составляет ~0.14%. Таким образом, максимальное содержание гумуса отмечается для верхних горизонтов палеопочв.

Условия формирования палеопочв

В позднеплейстоценовой части разреза Оби-Мазар описан педокомплекс PC1, состоящий из трех спаянных палеопочв. PC1 имеет региональное развитие в Афгано-Таджикской депрессии (Додонов, 2002). Опубликованные ранее абсолютные даты по PC1 в бассейне р. Оби-Мазар (Frechen and Dodonov, 1998), позволяют уверенно коррелировать изученный нами PC1 разреза Оби-Мазар со стадией МИС 5, а перекрывающий лёсс L1 – с интервалом МИС 4–МИС 2.

Диагностика палеопочв затруднена из-за признаков синлитогенного почвообразования и возможной эрозии из-за расположения разреза в верхней части склона. В голоцене темпы накопления атмосферной пыли в Южном Таджикистане составляют в среднем 0.2 мм/год (Finaev, 1995). Если допустить, что в стадию МИС 5 скорость накопления пыли была аналогично низкой, то, возможно, объема приносимой пыли было недостаточно для интенсивного "роста" почвенного профиля вверх, вследствие чего палеопочвы "росли" преимущественно вниз, прорабатывая нижележащую палеопочву и образуя таким образом спаянный профиль.

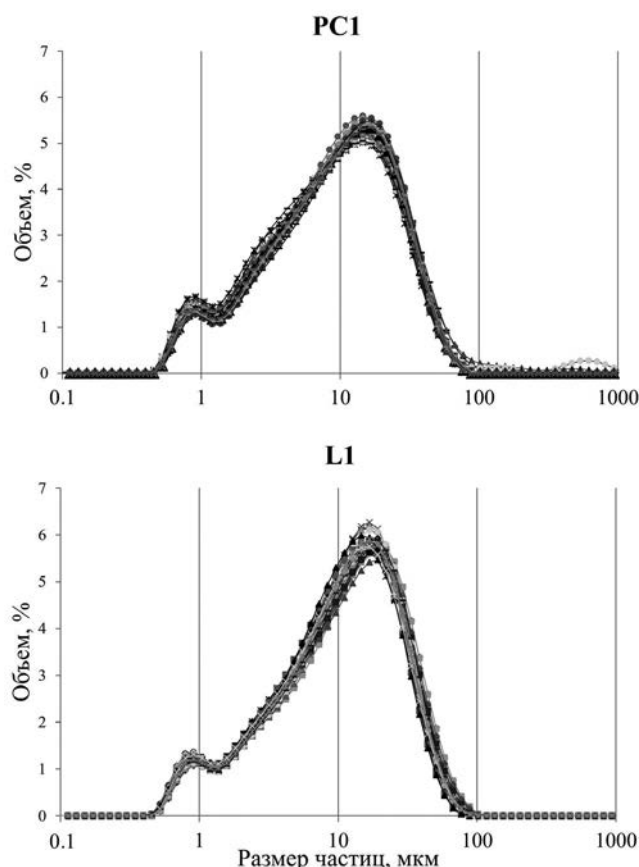


Рис. 6. Сопоставление кривых распределения гранулометрического состава по пачкам L1 и PC1, построенное на измерениях 40 случайно выбранных образцов из соответствующих пачек.

Еще одной неопределенностью в реконструкции ландшафта по палеопочвам является их полигенетичность, т.е. их формирование при направленно меняющихся во времени факторах почвообразования. Это приводит к “размыванию” четкого морфологического облика почвы, что затрудняет их диагностику. В педокомплексе PC1 ЛПС Таджикистана выделяется три палеопочвы (Ломов, Сосин, 1976). Согласно Сиренко и Турло (1986), нижняя палеопочва соответствует начальной стадии перехода от ледниковой эпохи к межледниковью, самая развитая срединная формируется в оптимальную (самую влажную и теплую) фазу межледниковья, и верхняя соответствует заключительной стадии межледниковья, когда происходила постепенная аридизация и процессы гумидного почвообразования затухали.

В PC1 наблюдаются значительные различия между выделенными палеопочвами. Для всех трех палеопочв по сравнению с лёссовыми слоями характерно более высокое содержание илистой фракции (см. рис. 5). Максимальное содержание ила отмечено в нижней части срединной

почвы. При этом для всех палеопочв на микроуровне отмечается увеличение иллювиирования илисто-пылевой фракции к низу профилей палеопочв с образованием кутан и инфиллингов в порах. Для PC1 в ЛПС Таджикистана отмечается увеличение содержания глинистых частиц, что может быть результатом педогенеза в процессе выветривания *in situ* под лесной растительностью (Bronger et al., 1998; Dodonov et al., 2006). Изученная нами срединная палеопочва (PC1.2), соответствующая оптимальной климатической стадии, имеет в горизонте 2ABwk глинистые кутаны, которые характерны для почв лесных ландшафтов, то есть свидетельствуют о гумидном климате. Об этом также свидетельствует наличие декарбонатизированных зон в верхней и особенно в срединной палеопочвах.

В процессе частичного выщелачивания карбонатов из горизонта 2ABwk срединной палеопочвы в верхнюю часть горизонта 2BAk отмечается образование тонких горизонтальных карбонатных прослоек. Мы предполагаем, что они являются начальной стадией образования карбонатной коры и образованы за счет локального обводнения. В целом для срединной палеопочвы (PC1.2) отмечено максимальное окарбоначивание, выражающееся в большом количестве карбонатных прожилок и кутан, что также говорит об активном внутризгоризонтном перераспределении породных карбонатов, связанных с более гумидной фазой почвообразования.

Результаты гранулометрического анализа указывают на то, что позднеплейстоценовая толща разреза Оби-Мазар является достаточно однородной, что может свидетельствовать о едином источнике переноса лёсса. По сравнению с аналогичными по генезису отложениями Южного Таджикистана (Ding F. and Ding Z., 2003), изученные лёссовые отложения имеют более пылеватый гранулометрический состав и содержат пониженное количество песка. Предположительно, в позднем плейстоцене отложения формировались в достаточно стабильных условиях седиментации без длительных перерывов и эрозии. Пики содержания песка могут указывать на короткие этапы локального усиления ветровой эрозии. Отмечается закономерное увеличение содержания ила в палеопочвах и песка в лёссах. Более низкие значения индекса U-ratio для холодных стадий также отмечались для разреза Чашманигар в ЛПС плато Ховалинг (Ding et al., 2002). Отмечаются также более низкие значения индексов U-ratio и GI для ЛПС Таджикистана.

Изученная толща верхней части разреза отличается относительно более низкими средним и модальным значениями размеров частиц, по сравнению с другими регионами распростра-

нениями лёссов, например, расположенными вблизи источников пыли в Дунайской лёссовой провинции (Újvári et al., 2016), Нижнем Поволжье (Költringer et al., 2021), Предкавказье (Konstantinov et al., 2022), или расположенными на более значительном расстоянии — лёссовым плато Ирана (Vlaminck et al., 2016) и Китайским лёссовым плато (Vandenbergh et al., 1997).

Одним из дискуссионных вопросов эволюции ЛПС плато Ховалинг является проблема выделения палеопочвы этапа МИС 3. Как известно, это кратковременное потепление выразилось в формировании от одной до трех палеопочв в различных регионах мира. Так, на Русской равнине выделяют брянскую почву (Величко, 1975), в Восточной и Западной Сибири — искитимский педокомплекс (Volvakh et al., 2021), а на Китайском лёссовом плато — от одной до трех эмбриональных палеопочв (Kukla, 1987).

По результатам макроморфологического описания и гранулометрического анализа палеопочва стадии МИС 3 в Оби-Мазаре выражена достаточно слабо, что ранее уже было отмечено для данного региона (Додонов, 2002). В пачке L1 на глубине 7–10 м наблюдается слабое увеличение магнитной восприимчивости к низу этого интервала, что может свидетельствовать о слабом проявлении педогенных процессов и увеличении количества атмосферных осадков в период формирования слоя L1.3. Для этого слоя отмечаются более выровненные значения индексов U-ratio и ГИ, что может указывать на чуть более равномерную силу ветра при осадконакоплении и более стабильную динамику в областях ближайших источников материала. При этом в слое L1.4s под палеопочвой МИС 3 отмечается аккумуляция карбонатов и формирование небольших конкреций, в нем также отмечена высокая концентрация биолитов. В слое L1.5 явные макро- и микропризнаки почвообразования в совокупности с повышенными значениями магнитной восприимчивости и увеличением содержания илистой фракции могут свидетельствовать о коротком и плавном переходе между МИС 5 и МИС 4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Позднеплейстоценовая толща разреза Оби-Мазар состоит из двух пачек лёсса и первого педокомплекса (PC1), состоящего из трех палеопочв, сформированных в разных климатических условиях. Вся толща имеет сильно пылеватый состав (87–90% фракции 2–64 μm), а также очень низкое содержание песка (частицы крупностью >63 μm), что значительно отличается их от ЛПС Центральной Азии, Центральной и Восточной Европы. Изученная толща разреза Оби-Мазар является достаточно одно-

родной по гранулометрическому составу, что может быть свидетельством дальнего расположения источника материала при отсутствии значительных эпизодов эрозии. В криохроны преобладали сильные ветры и высокое содержание пыли в атмосфере. В межледниковья количество пыли уменьшалось, но ее поступление не прекращалось полностью. Это обусловило синлитогенный генезис и формирование слитых профилей палеопочв на фоне незначительных изменений климатических условий внутри термохронов.

Содержание гумуса в изученной толще низкое, что может быть связано с высокой скоростью минерализацией органических веществ и образованием органо-минеральных соединений после погребения палеопочв. По неизменному содержанию Si, Fe, Al по профилю отложений можно говорить о слабом выветривании минералов и едином источнике материала. В почвенных горизонтах происходит выщелачивание Na и K, а Mg относительно увеличивается по сравнению с лёссами.

В пачке L1 выделено 5 слоев по степени выраженности почвообразующих процессов. Предварительные данные указывают на наличие слабовыраженной палеопочвы МИС 3 в слое L1.3. Отложения интервала МИС 4–МИС 2 имели достаточно схожие условия лёссонакопления и лёссообразования при слабом проявлении педогенеза в стадию МИС 3.

Развитый педокомплекс PC1 Оби-Мазара по стратиграфическому положению, особенностям макро- и микростроения, данным магнитной восприимчивости схож с PC1 других разрезов в Афгано-Таджикской депрессии. Выделенные в строении PC1 три палеопочвы соотносятся с фазами межледникового потепления МИС 5. Наличие постепенных переходов между палеопочвами, по-видимому, указывает на низкие скорости осадконакопления в МИС 5.

Срединная и нижняя палеопочвы PC1 формировались в более гумидных условиях, предположительно под пологом широколиственных лесов, что способствовало биогенной сегрегации Fe-Mn соединений, а также внутри- и межгоризонтному перераспределению карбонатов за счет диагенетических процессов. Однако к концу последнего межледникового происходила постепенная аридизация, из-за чего верхняя палеопочва наименее развита и не имеет явных признаков гумидного педогенеза. В ЛПС позднего плейстоцена наблюдаются признаки почвообразующих процессов и следы жизнедеятельности почвенной биоты.

Пачка подстилающего педокомплекса лёсса L2, соотносимая с МИС 6, имеет небольшую мощность и отличается значительной переработкой почвообразующими процессами. Это

может быть связано с эрозией значительной части материала этого интервала в конце МИС 6, в результате чего сохранилась лишь нижняя часть пачки, отражающая этап перехода от МИС 7 к МИС 6.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 22-18-00568). Работы П.М. Сосина и И.К. Ашурмадова были поддержаны проектом NordForsk THOCA (105204).

FUNDING

The work is supported by the Russian Science Foundation (project no. 22-18-00568). Works by P.M. Sosin and I.K. Ashurmadov were supported by the NordForsk THOCA project (105204).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Валиахмедов В. Куколочные камеры почвообитающих беспозвоночных в сероземах Таджикистана и влияние их на формирование почвенного профиля // Почвоведение. 1977. № 4. С. 85–91.
- Величко А.А. Проблемы корреляции плейстоценовых событий в ледниковой, перигляциально-лессовой и приморской областях Восточно-Европейской равнины // Проблемы региональной и общей палеогеографии лёссовых и перигляциальных областей. М.: Наука, 1975. С. 7–26.
- Величко А.А., Борисова О.К., Захаров А.Л. и др. Смена ландшафтных обстановок на юге Русской равнины в позднем плейстоцене по результатам исследования лёссово-почвенной серии Приазовья // Изв. РАН. Сер. геогр. 2017. Т. 1. С. 74–83. <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2017-1-74-83>
- Воробьева Л.А. Химический анализ почв: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 1998. 272 с.
- Додонов А.Е. Четвертичный период Средней Азии: стратиграфия, корреляция, палеогеография. М.: ГЕОС, 2002. 254 с.
- Путеводитель экскурсии Международного симпозиума по проблеме “Граница неогена и четвертичной системы” / ред. А.Е. Додонов, Я.Р. Меламед, К.В. Никифорова. М.: Наука, 1977. 183 с.
- Додонов А.Е., Шеклтон Н., Жоу Л.П., Ломов С.П., Финаев А.Ф. Лёссово-почвенная стратиграфия квартала Средней Азии: геохронология, корреляция и эволюция палеосреды // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1999. Т. 7. № 6. С. 66–80.
- Курбанов Р.Н., Аношкин А.А., Филимонова Т.Г., Каравев А.Ч., Мещерякова О.А., Кулакова Е.П., Филатов Е.А., Чистяков П.В., Шарипов А.Ф. Геоархеологические исследования на памятнике Хонако III в Южном Таджикистане в 2022 году // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. 2022. № 28. С. 157–163.
- Лазаренко А.А., Пахомов М.М., Пеньков А.В., Шелкопляс В.Н., Гутерман Р.Е., Минина Е.А., Ранов В.А. О возможности климатостратиграфического расчленения лёссовой формации Средней Азии // Поздний кайнозой Северной Евразии. М.: ГИН АН СССР, 1977. С. 70–133.
- Лаухин С.А., Поспелова Г.А., Ранов В.А. и др. Оценка возраста верхней региональной погребенной почвы лёссового разреза Хонако-3 (Таджикистан) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2001. Т. 76. № 3. С. 63–68.
- Ломов С.П., Сосин П.С. О почвах палеолитической стоянки Каратау I в Южном Таджикистане // Изв. АН ТССР. Отделение биологических наук. 1976. Т. 65. № 4. С. 93–99.
- Ломов С.П., Сосин П.С., Сосновская В.П. Строение и вещественный состав погребенных почв Таджикистана // Почвоведение. 1982. № 1. С. 18–30.
- Ранов В.А., Шеффер Й. Лёссовый палеолит // Археология, этнография и антропология Евразии. 2000. Т. 2. № 2. С. 20–32.
- Сиренко Н.А., Турло С.И. Развитие почв и растительности Украины в плиоцене и плейстоцене. К.: Наукова думка, 1986. 188 с.
- Becze-Deák J., Langohr R., Verrecchia E.P. Small scale secondary CaCO₃ accumulations in selected sections of the European loess belt. Morphological forms and potential for paleoenvironmental reconstruction // Geoderma. 1997. Vol. 76. № 3–4. P. 221–252. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(96\)00106-1](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(96)00106-1)
- Bronger A., Winter R., Sedov S. Weathering and clay mineral formation in two Holocene soils and buried paleosols in Tajikistan: Towards a Quaternary paleoclimatic record in Central Asia // Catena. 1998. Vol. 34. № 1–2. P. 19–34. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(98\)00079-4](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(98)00079-4)
- Ding F., Ding Z. Chemical weathering history of the southern Tajikistan loess and paloclimate implications // Sci. China Ser. D-Earth Sci. 2003. Vol. 46 № 10. P. 1012–1021. <https://doi.org/10.1007/BF02959396>
- Ding Z.L., Ranov V., Yang S.L., Finaev A., Han J.M., Wang G.A. The loess record in southern Tajikistan and correlation with Chinese loess // Earth and Planetary Science Lett. 2002. Vol. 200. № 3–4. P. 387–400. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(02\)00637-4](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(02)00637-4)
- Dodonov A.E., Sadchikov T.A., Sedov S.N., et al. Multidisciplinary approach for paleoenvironmental reconstruction in loess-paleosol studies of the Darai Kalon section, Southern Tajikistan // Quat. Int. 2006. Vol. 152. P. 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2005.12.001>
- Dodonov A.E., Baiguzina L.L. Loess stratigraphy of Central Asia: Palaeoclimatic and palaeoenvironmental aspects // Quat. Sci. Rev. 1995. Vol. 14. № 7–8. P. 707–720. [https://doi.org/10.1016/0277-3791\(95\)00054-2](https://doi.org/10.1016/0277-3791(95)00054-2)
- Finaev A. Processes of transportation and sedimentation of dust aerosol. Global analysis, interpretation and modelling // First science conference. 25–29 September, 1995. Garmish-Partenkirchen, Germany, 1995. P. 22.

- Frechen M., Dodonov A.E.* Loess chronology of the Middle and Upper Pleistocene in Tadjikistan // *Geol. Rundsch.* 1998. Vol. 87. P. 2–20.
<https://doi.org/10.1007/s005310050185>
- IUSS Working Group WRB // *World Soil Resources Reports*. 2015. № 106. World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015 International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. Rome: FAO, 2015.
- Khormali F., Abtahi A.* Origin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semi-arid soils of Fars Province, southern Iran // *Clay Minerals*. 2003. Vol. 38. № 4. P. 511–527.
<https://doi.org/10.1180/0009855023740112>
- Költringer C., Bradák B., Stevens T., Almqvist B., Banak A., Lindner M., Kurbanov R., Snowball I.* Palaeoenvironmental implications from lower Volga loess – joint magnetic fabric and multi-proxy analyses // *Quat. Sci. Rev.* 2021. Vol. 267. Art. 107057.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2021.107057>
- Konstantinov E.A., Zakharov A.L., Sychev N.V., Mazneva E.A., Kurbanov R.N., Morozova P.A.* Loess accumulation in the southern part of European Russia at the end of the Quaternary period // *Her. Russ. Acad. Sci.* 2022. Vol. 92. № 3. P. 342–351.
<https://doi.org/10.1134/S1019331622030108>
- Kukla G.J.* Loess stratigraphy in Central China // *Quat. Sci. Rev.* 1987. Vol. 6. P. 191–219.
- Makeev A.O.* Pedogenic alteration of aeolian sediments in the upper loess mantles of the Russian Plain // *Quat. Int.* 2009. Vol. 209. № 1–2. P. 79–94.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.03.007>
- Mazneva E., Konstantinov E., Zakharov A., Sychev N., Tkach N., Kurbanov R., Sedaeva K., Murray A.* Middle and Late Pleistocene loess of the Western Ciscaucasia: Stratigraphy, lithology and composition // *Quat. Int.* 2021. № 590. P. 146–163.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.11.039>
- Munsell A.H.* Munsell Soil Color Charts. New Windsor, NY: GretagMacbeth, 617 Little Britain Rd., 2000.
- Ozer M., Orhan M., Isik N.S.* Effect of particle optical properties on size distribution of soils obtained by laser diffraction // *Environmental & Engineering Geoscience*. 2010. Vol. 16. № 2. P. 163–173.
<https://doi.org/10.2113/gsegeosci.16.2.163>
- Ranov V.* The ‘Loessic Palaeolithic’ in South Tadjikistan, Central Asia: its industries, chronology and correlation // *Quat. Sci. Rev.* 1996. Vol. 14. P. 731–745.
[https://doi.org/10.1016/0277-3791\(95\)00055-0](https://doi.org/10.1016/0277-3791(95)00055-0)
- Rousseau D.-D., Antoine P., Hatté C., et al.* Abrupt millennial climatic changes from Nussloch (Germany) Upper Weichselian eolian records during the Last Glaciation // *Quat. Sci. Rev.* 2002. Vol. 21. P. 1577–1582.
[https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(02\)00034-3](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(02)00034-3)
- Schäfer J., Sosin P.M.* Am Fuße des Pamir – Archäologie in der Steilwand // *Archäologie in Deutschland*. 2013. P. 12–16 (In Germ.).
- Schäfer J., Sosin P.M., Ranov V.A.* Neue untersuchungen zum losspalaolithikum am Obi-Mazar, Tadjikistan // *Archäologisches korrespondenzblatt*. 1996. Vol. 26. P. 97–109 (In Germ.).
- Schäfer J., Sosin P.M., Ranov V.A.* The “cultural” evolution of man and the chronostratigraphical background of changing environments in the loess palaeosol sequences of Obi-Mazar and Khonako (Tadjikistan) // *Anthropologie*. 1998. Vol. 1–2. № 37. P. 121–135.
- Shackleton N.J., An Z., Dodonov A.E., Gavin G., Kukla G.J., Ranov V.A., Zhou L.P.* Accumulation rate of loess in Tadjikistan and China: relationship with global ice volume cycles // *Quat. Proceedings*. 1995. № 4. P. 1–6.
- Stoops G.* Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections (2nd ed.). Wiley, 2021. 256 p.
- Újvári G., Kok J.F., Varga G., Kovács J.* The physics of wind-blown loess: implications for grain size proxy interpretations in Quaternary paleoclimate studies // *Earth-Sci. Rev.* 2016. Vol. 154. P. 247–278.
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.01.006>
- Vandenberghe J., An Z., Nugteren G., et al.* New absolute time scale for the Quaternary climate in the Chinese loess region by grain-size analysis // *Geology*. 1997. Vol. 25. P. 35–38.
[https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1997\)025<0035:NATSFT>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1997)025<0035:NATSFT>2.3.CO;2)
- Varga G., Újvári G., Kovács J.* Interpretation of sedimentary (sub)populations extracted from grain size distributions of Central European loess-paleosol series // *Quat. Int.* 2019. Vol. 502. P. 60–70.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.09.021>
- Vlaminck S., Kehl M., Lauer T., et al.* Loess-soil sequence at Toshan (Northern Iran): Insights into late Pleistocene climate change // *Quat. Int.* 2016. Vol. 399. P. 122–135.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.04.028>
- Volvakh A., Volvakh N., Ovchinnikov I., Smolyaninova L., Kurbanov R.* Loess-paleosol record of MIS 3–MIS 2 of north-east Cis-Salair plain, south of West Siberia // *Quat. Int.* 2022. Vol. 620. P. 58–74.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.10.069>
- Yang S., Ding F., Ding Z.* Pleistocene chemical weathering history of Asian arid and semi-arid regions recorded in loess deposits of China and Tajikistan // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2006. Vol. 70. P. 1695–1709.
<https://doi.org/10.1016/j.gca.2005.12.012>
- Yang S.L., Ding Z.L.* Winter-spring precipitation as the principal control on predominance of C-3 plants in Central Asia over the past 1.77 Myr: evidence from delta C-13 of loess organic matter in Tajikistan // *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.* 2006. Vol. 235. P. 330–339.
<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.11.007>

Structures and Properties of the Late Pleistocene Paleosols of the Loess-Soil Section of Obi-Mazar (Tajikistan)

O. A. Tokareva^{a, b, *}, M. P. Lebedeva^{c, **}, P. M. Sosin^{d, ***},
I. K. Ashurmadov^{e, ****}, and R. N. Kurbanov^{a, b, f, *****}

^a*Institute of Geography RAS, Moscow, Russia*

^b*Institute of Archeology and Ethnography SB RAS, Novosibirsk, Russia*

^c*FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia*

^d*Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology NAST, Dushanbe, Tajikistan*

^e*Institute of History, Archeology and Ethnography of NAST, Dushanbe, Tajikistan*

^f*Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

*e-mail: tokareva1406@yandex.ru

**e-mail: m_verba@mail.ru

***e-mail: sosin.paleosol@gmail.com

****e-mail: muhammad.islomov.2017@mail.ru

*****e-mail: roger.kurbanov@gmail.com

The loess-soil series of Central Asia cover the history of subaerial sedimentation of the last 2–2.5 mln years. Significant thicknesses, a large number of paleosols, and an impressive chronology place the loess-soil series of the Afghan-Tajik depression on a par with the famous sections of the Loess Plateau of China. The study of the most significant sections located within the Khovaling Loess Plateau makes it possible to develop a regional chronostratigraphic chart, to study the structure and conditions of formation of the main stratigraphic benchmarks—buried paleosols. The present study is devoted to the clarification of the structural features of loess and paleosols of the Late Pleistocene in one of the sections of the Khovaling–Obi-Mazar Plateau. Based on the results of stratigraphic dissection, description of the macro- and micromorphological structure, magnetic susceptibility analysis, study of the chemical and granulometric composition, a comprehensive description of the structure and properties was carried out and the most probable conditions for the formation of paleosols and loess were established. In the Late Pleistocene part of the section, two loess layers and a pedocomplex PC1 with three welded paleosols, consisting of a total of 7 horizons, are distinguished. The deposits are characterized by high silt content, carbon content, and the presence of signs of pedogenesis and biological activity in all layers of the studied section. Available data indicate the presence of a poorly developed MIS 3 paleosol in the upper loess layer. The developed pedocomplex PC1 of Obi-Mazar, according to its stratigraphic position, structural features, and magnetic susceptibility data, belongs to the MIS 5. According to preliminary data, its formation occurred in semi-humid and humid conditions under forest vegetation, which contributed to the biogenic segregation of Fe-Mn compounds, as well as intra- and interhorizon redistribution of carbonates due to diagenetic processes. Towards the end of the Last Interglacial, gradual aridization occurred, due to which the upper paleosol to be the least developed.

Keywords: Tajikistan, Khovaling Loess Plateau, pedocomplex, micromorphology, grain size analysis

REFERENCES

- Becze-Deák J., Langohr R., Verrecchia E.P. Small scale secondary CaCO₃ accumulations in selected sections of the European loess belt. Morphological forms and potential for paleoenvironmental reconstruction. *Geoderma*, 1997, vol. 76, no. 3–4, pp. 221–252.
[https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(96\)00106-1](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(96)00106-1)
- Bronger A., Winter R., Sedov S. Weathering and clay mineral formation in two Holocene soils and buried paleosols in Tadzikistan: Towards a Quaternary paleoclimatic record in Central Asia. *Catena*, 1998, vol. 34, no. 1–2, pp. 19–34.
[https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(98\)00079-4](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(98)00079-4)
- Ding F., Ding Z. Chemical weathering history of the southern Tajikistan loess and paloclimate implications. *Sci. China Ser. D-Earth Sci.*, 2003, vol. 46, no. 10, pp. 1012–1021.
<https://doi.org/10.1007/BF02959396>
- Ding Z.L., Ranov V., Yang S.L., Finaev A., Han J.M., Wang G.A. The loess record in southern Tajikistan and correlation with Chinese loess. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 2002, vol. 200, no. 3–4, pp. 387–400.
[https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(02\)00637-4](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(02)00637-4)
- Dodonov A.E. *Chetvertichnyi period Srednei Azii: stratigrafiya, korrelyatsiya, paleogeografiya* [Quaternary Period of Central Asia: Stratigraphy, Correlation, Paleogeography]. Moscow: GEOS Publ., 2002. 254 p.

- Dodonov A.E., Baiguzina L.L. Loess stratigraphy of Central Asia: Palaeoclimatic and palaeoenvironmental aspects. *Quat. Sci. Rev.*, 1995, vol. 14, no. 7–8, pp. 707–720. [https://doi.org/10.1016/0277-3791\(95\)00054-2](https://doi.org/10.1016/0277-3791(95)00054-2)
- Dodonov A.E., Sadchikov T.A., Sedov S.N., Simakova A.N., Zhou L.P. Multidisciplinary approach for paleoenvironmental reconstruction in loess-paleosol studies of the Darai Kalon section, Southern Tajikistan. *Quat. Int.*, 2006, vol. 152, pp. 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2005.12.001>
- Dodonov A.E., Shekilton N., Zhou L.P., Lomov S.P., Finaev A.F. Loess-soil stratigraphy of the Quaternary of Central Asia: geochronology, correlation and evolution of paleoenvironment. *Stratigr. Geol. Korrel'yatsiya*, 1999, vol. 7, no. 6, pp. 66–80. (In Russ.).
- Finaev A. Processes of transportation and sedimentation of dust aerosol. Global analysis, interpretation and modelling. In *First science conference, 25–29 September, 1995. Garmish-Partenkirchen, Germany*, 1995, p. 22.
- Frechen M., Dodonov A.E. Loess chronology of the Middle and Upper Pleistocene in Tadjikistan. *Geol. Rundsch.*, 1998, vol. 87, pp. 2–20. <https://doi.org/10.1007/s005310050185>
- IUSS Working Group WRB. In *World Soil Resources Reports. 2015, No. 106. World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015 International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps*. Rome: FAO, 2015.
- Khormali, F., Abtahi, A. Origin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semi-arid soils of Fars Province, southern Iran. *Clay Miner.*, 2003, vol. 38, no. 4, pp. 511–527. <https://doi.org/10.1180/0009855023740112>
- Költringer C., Bradák B., Stevens T., Almqvist B., Banak A., Lindner M., Kurbanov R., Snowball I. Palaeoenvironmental implications from lower Volga loess – joint magnetic fabric and multi-proxy analyses. *Quat. Sci. Rev.*, 2021, vol. 267, art. 107057. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2021.107057>
- Konstantinov E.A., Zakharov A.L., Sychev N.V., Mazneva E.A., Kurbanov R.N., Morozova P.A. Loess accumulation in the southern part of European Russia at the end of the Quaternary period. *Her. Russ. Acad. Sci.*, 2022, vol. 92, no. 3, pp. 342–351. <https://doi.org/10.1134/S1019331622030108>
- Kukla G.J. Loess stratigraphy in Central China. *Quat. Sci. Rev.*, 1987, vol. 6, pp. 191–219.
- Kurbanov R.N., Anoikin A.A., Filimonova T.G., Karaev A.Ch., Meshcheryakova O.A., Kulakova E.P., Filatov E.A., Chistyakov P.V., Sharipov A.F. Geoarchaeological research at the Khonako III site in Southern Tajikistan in 2022. *Probl. Arkheol., Etnogr., Antropol. Sibiri Sopred. Territorii*, 2022, no. 28, pp. 157–163. (In Russ.).
- Lazarenko A.A., Pakhomov M.M., Pen'kov A.V., Shelkopyas V.N., Giterman R.E., Minina E.A., Ranov V.A. On the possibility of climatostratigraphic division of the loess formation of Central Asia. In *Pozdniei kainozoi Severnoi Evrazii* [Late Cenozoic of Northern Eurasia]. Moscow: GIN AN SSSR Publ., 1977, pp. 70–133. (In Russ.).
- Laukhin S.A., Pospelova G.A., Ranov V.A. Estimation of the age of the upper regional buried soil of the loess section Khonako-3 (Tajikistan). *Byull. MOIP. Otdel. Geol.*, 2001, vol. 76, no. 3, pp. 63–68. (In Russ.).
- Lomov S.P., Sosin P.S. About the soils of the Paleolithic site Karatau I in Southern Tajikistan. *Izv. AN TSSR. Otdel. Biol. Nauk*, 1976, no. 4, vol. 65, pp. 93–99. (In Russ.).
- Lomov S.P., Sosin P.S., Sosnovskaya V.P. Structure and chemical composition of buried soils in Tajikistan. *Pochvoved.*, 1982, no. 1, pp. 18–30. (In Russ.).
- Makeev A.O. Pedogenic alteration of aeolian sediments in the upper loess mantles of the Russian Plain. *Quat. Int.*, 2009, vol. 209, no. 1–2, pp. 79–94. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.03.007>
- Mazneva E., Konstantinov E., Zakharov A., Sychev N., Tkach N., Kurbanov R., Sedaeva K., Murray A. Middle and Late Pleistocene loess of the Western Ciscaucasia: Stratigraphy, lithology and composition. *Quat. Int.*, 2021, no. 590, pp. 146–163. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.11.039>
- Munsell A.H. *Munsell Soil Color Charts*. New Windsor, New York: GretagMacbeth, 617 Little Britain Rd., 2000.
- Ozer M., Orhan M., Isik N.S. Effect of particle optical properties on size distribution of soils obtained by laser diffraction. *Environmental & Engineering Geoscience*, 2010, vol. 16, no. 2, pp. 163–173. <https://doi.org/10.2113/gsegeosci.16.2.163>
- Putevoditel' ekskursii Mezhdunarodnogo simpoziuma po probleme "Granitsa neogena i chetvertichnoi sistemy"* [Guide for the Excursion of the Int. Symp. on the Problem "Boundary of the Neogene and Quaternary System"]. Dodonov A.E., Melamed Ya.R., Nikiforova K.V., Eds. Moscow: Nauka Publ., 1977. 183 p.
- Ranov V. The 'Loessic Palaeolithic' in South Tadjikistan, Central Asia: Its industries, chronology and correlation. *Quat. Sci. Rev.*, 1996, vol. 14, pp. 731–745. [https://doi.org/10.1016/0277-3791\(95\)00055-0](https://doi.org/10.1016/0277-3791(95)00055-0)
- Ranov V.A., Shefer Y. Loess Paleolithic. *Arkheol., Etnogr. Antropol. Evrazii*, 2000, no. 2, vol. 2, pp. 20–32. (In Russ.).
- Rousseau D.-D., Antoine P., Hatté C., Lang A., Zöller L., Fontugne M., Ben Othman D., Luck J.M., Moine O., Labonne M., Bentaleb I., Jolly D. Abrupt millennial climatic changes from Nussloch (Germany) Upper Weichselian eolian records during the last glaciation. *Quat. Sci. Rev.*, 2002, vol. 21, pp. 1577–1582. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(02\)00034-3](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(02)00034-3)
- Schäfer J., Sosin P.M. Am Fuße des Pamir – Archäologie in der Steilwand. *Archäol. Deutschland*, 2013, pp. 12–16. (In Germ.).
- Schäfer J., Sosin P.M., Ranov V.A. Neue untersuchungen zum loesspalaolithikum am Obi-Mazar, Tadjikistan. *Archäol. Korrespond.*, 1996, vol. 26, pp. 97–109. (In Germ.).
- Schäfer J., Sosin P.M., Ranov V.A. The "cultural" evolution of man and the chronostratigraphical background of changing environments in the loess palaeosol se-

- quences of Obi-Mazar and Khonako (Tadjikistan). *Anthropol.*, 1998, no. 37, vol. 1–2, pp. 121–135.
- Shackleton N.J., An Z., Dodonov A.E., Gavin G., Kukla G.J., Ranov V.A., Zhou L.P. Accumulation rate of loess in Tadjikistan and China: relationship with global ice volume cycles. *Quat. Proc.*, 1995, no. 4, pp. 1–6.
- Sirenko N.A., Turlo S.I. *Razvitie pochv i rastitel'nosti Ukrainy v plitsene i pleistotsene* [Development of Soils and Vegetation of Ukraine in the Pliocene and Pleistocene]. Kiev: Naukova dumka Publ., 1986. 188 p.
- Stoops G. *Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections (2nd ed.)*. Wiley, 2021. 256 p.
- Újvári G., Kok J.F., Varga G., Kovács J. The physics of wind-blown loess: implications for grain size proxy interpretations in Quaternary paleoclimate studies. *Earth-Sci. Rev.*, 2016, vol. 154, pp. 247–278. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.01.006>
- Valiakhmedov V. Pupal chambers of soil-dwelling invertebrates in gray soils of Tajikistan and their influence on the formation of the soil profile. *Pochvoved.*, 1977, no. 4, pp. 85–91. (In Russ.).
- Vandenberghe J., Zhisheng A., Nugteren G., Huayu L., van Huissteden K. New absolute time scale for the Quaternary climate in the Chinese loess region by grain-size analysis. *Geology*, 1997, vol. 25, pp. 35–38. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1997\)025<0035:NATSFT>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1997)025<0035:NATSFT>2.3.CO;2)
- Varga G., Újvári G., Kovács J. Interpretation of sedimentary (sub)populations extracted from grain size distributions of Central European loess-paleosol series. *Quat. Int.*, 2019, vol. 502, pp. 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.09.021>
- Velichko A.A. Problems of correlation of Pleistocene events in glacial, periglacial-loess and coastal areas of the East European Plain. In *Problemy regional'noi i obshchei paleogeografii lessovykh i periglyatsial'nykh oblastei* [Problems of Regional and General Paleogeography of Loess and Periglacial Areas]. Moscow: Nauka Publ., 1975, pp. 7–26. (In Russ.).
- Velichko A.A., Borisova O.K., Zakharov A.L., Kononov Yu.M., Konstantinov E.A., Kurbanov R.N., Morozova T.D., Panin P.G., Timireva S.N. Change of landscape conditions in the south of the Russian Plain in the Late Pleistocene according to the results of a study of the loess-soil series of the Azov region. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2017, vol. 1, pp. 74–83. (In Russ.). <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2017-1-74-83>
- Vlaminck S., Kehl M., Lauer T., Shahriari A., Sharifi J., Eckmeier E., Lehndorff E., Khormali F., Frechen M. Loess-soil sequence at Toshan (Northern Iran): Insights into late Pleistocene climate change. *Quat. Int.*, 2016, vol. 399, pp. 122–135. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.04.028>
- Volvakh A., Volvakh N., Ovchinnikov I., Smolyaninova L., Kurbanov R. Loess-paleosol record of MIS 3–MIS 2 of north-east Cis-Salair plain, south of West Siberia. *Quat. Int.*, 2022, vol. 620, pp. 58–74. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.10.069>
- Vorob'eva L.A. *Khimicheskii analiz pochv: Uchebnik* [Chemical Analysis of Soils: Manual]. Moscow: MGU Publ., 1998. 272 p.
- Yang S., Ding F., Ding Z. Pleistocene chemical weathering history of Asian arid and semi-arid regions recorded in loess deposits of China and Tajikistan. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 2006, vol. 70, pp. 1695–1709. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2005.12.012>
- Yang, S.L., Ding, Z.L. Winter-spring precipitation as the principal control on predominance of C-3 plants in Central Asia over the past 1.77 Myr: evidence from delta C-13 of loess organic matter in Tajikistan. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleocol.*, 2006, vol. 235, pp. 330–339. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.11.007>

ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННАЯ НАГРУЗКА В МАКРОРЕГИОНЕ “ИЗ МОСКВЫ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГ”: ПОЛИМАСШТАБНАЯ ОЦЕНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

© 2024 Е. Ю. Колбовский^{1, 2, *}, О. А. Климанова^{1, **}

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

²Институт географии РАН, Москва, Россия

*e-mail: kolbowisky@mail.ru

**e-mail: oxkl@yandex.ru

Поступила в редакцию 07.08.2023 г.

После доработки 26.02.2024 г.

Принята к публикации 14.03.2024 г.

Рассмотрены возможности использования одной из разновидностей больших данных — геолокализированных фотографий — в качестве объективного показателя пространственного распределения и интенсивности туристско-рекреационной нагрузки в пределах туристского макрорегиона “Из Москвы в Санкт-Петербург”, выделенного в рамках Государственной программы Российской Федерации “Развитие туризма”. В исследовании используется оригинальная геоинформационная модель, собранная на основе свободно распространяемых слоев OpenStreetMap и локализованных в пространстве и времени точек фотосъемки. Она позволяет, с одной стороны, охарактеризовать особенности размещения аттракторов (природных, культурных) и туристско-рекреационной инфраструктуры, с другой — объективно оценить пространственное распределение присутствия туристов и рекреантов в пределах макрорегиона и описать специфику их внутригодового (сезонного) притяжения. Агрегирование точек фотосъемки в полигоны с учетом дифференцированной дистанции кластеризации дало возможность сформировать ареалы сезонного (летнего, зимнего и весенне-осеннего) пребывания туристов, а также получить представление о минимальных круглогодичных и максимальных эпизодических ареалах в пределах макрорегиона и отдельных областей, подвергающихся потенциальному воздействию туристов и рекреантов. Различия между минимальными и максимальными ареалами пребывания туристов и рекреантов предлагается использовать для оценки эффективности функционирования отрасли в областях макрорегиона. Полученные пространственные ареалы и паттерны присутствия туристов открывают возможности для объективной оценки потенциальной нагрузки на объекты природного и культурного наследия. Выявлена неравномерность включения как природных, так и культурных аттракторов в сферу туризма и рекреации, что приводит к ситуации, когда одни объекты природного и культурного наследия испытывают значительный отраслевой пресс, в то время как другие — остаются почти или совершенно не затрагиваемыми присутствием туристов и рекреантов. Обнаруженные слабые стороны использования геолокализированных фотоизображений для оценки распределения и интенсивности рекреационной нагрузки заключаются в невозможности разделения локального и транзитного потоков туристов и приведения общего объема фотографий к числу пользователей. Однако эти обстоятельства могут быть преодолены при участии заинтересованных сторон — держателей данных и менеджеров туристско-рекреационной сферы.

Ключевые слова: туристско-рекреационная нагрузка, геолокализированные фотографии, ареалы присутствия, плотность нагрузки, туристско-рекреационные местности

DOI: 10.31857/S2587556624020073, EDN: DSVZPX

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Согласно данным экспертов, за 2019–2023 гг. внутренние поездки россиян по стране выросли на 50%¹, их суммарное число в 2022 г. составило

141 млн. Такой прирост туристического потока, особенно в наиболее востребованных туристами дестинациях, наряду с позитивными для региональной экономики изменениями становится существенным экологическим вызовом, тре-

¹ <https://ria.ru/20230621/turizm-1879391513.html>

бующим обновления существующих практик управления туризмом и рекреацией. С момента принятия (2019 г.) “Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 г.” в системе стратегического планирования возник новый феномен — мастер-планы туристских территорий, призванные всесторонне учесть природные, историко-культурные, социально-экономические и инфраструктурные особенности территорий в отношении как предпосылок для развития туризма, так и его возможных ограничений². В части учета экологических ограничений в этих мастер-планах используются два взаимосвязанных понятия — *экологическая емкость туристской территории* и *экологическая нагрузка на туристскую территорию*.

Под *экологической емкостью* в широком смысле подразумевается величина допустимой нагрузки, при соблюдении которой обеспечивается устойчивое функционирование экосистем и сохраняется биологическое разнообразие. Очевидно, что в сфере туризма и рекреации помимо озабоченности рисками превышения пороговых нагрузок на экосистемы и ландшафты существует дополнительная необходимость удержания на должном уровне качества туристско-рекреационного продукта. Это, в свою очередь, является дополнительным стимулом для разработки представлений об экологической емкости как наборе фиксированных нормативных показателей, однако уже имеющийся опыт попыток их выявления и расчета демонстрирует сложность самого концепта емкости, включающего разные аспекты [подробнее об этом см. (Землянский и др., 2020; Климанова и др., 2021)].

В общем случае определение параметров емкости требует предварительного выявления характера и степени *экологической нагрузки*. Под *экологической нагрузкой* понимается общее антропогенное (а не только — туристско-рекреационное) воздействие на окружающую среду и/или отдельные компоненты ландшафта в пределах туристской территории³. Соответственно, оценка антропогенной нагрузки проводится с использованием традиционных для отечественной экономической географии подходов (Битюкова, 2022; Мухина, Рунова, 1977). Одним из свежих примеров такого рода исследований стала интегральная оценка антропогенного воздействия в контексте развития туризма на примере Байкальской природной территории (Антонов и др., 2023, Антонов, Битюкова, 2023), в основе которой — публикуемая федеральными структурами открытая официальная статистика по муниципальным образованиям, а также данные, получен-

ные по специальным запросам от региональных органов власти.

Однако в рамках разработки мастер-планов туристских территорий возникает задача выявления специфической (отраслевой) *туристско-рекреационной нагрузки*, оказываемой совокупно — как внешними (т.е. прибывающими из других регионов страны), так и внутренними (т.е. местными) туристами и рекреантами с учетом всех реализуемых (в том числе не фиксируемых официально) сезонно различающихся рекреационных занятий: от катания на горных лыжах по специально подготовленным трассам или сплава по категорийным (спортивным) речным маршрутам до “тихой охоты” на опушках лесных массивов и ловли рыбы на акваториях самообводнившихся бывших карьеров.

Таким образом, оценка туристско-рекреационной нагрузки и специфической отраслевой емкости на региональном и макрорегиональном уровне потребует предварительного мониторинга посещаемости и оценки характера пространственного распределения туристов и рекреантов на территории. Фактически, от планировщика и аналитика требуется ответ на два вопроса:

- 1) на какие территории оказывается туристско-рекреационная нагрузка и как выглядят ареалы присутствия туристов и рекреантов в регионе?
- 2) каковы количественные параметры этой нагрузки и как они меняются по сезонам года?

Возникающие при этом методические затруднения очевидны и заключаются в: а) невозможности отделения собственно туристов (т.е. гостей региона) от общего потока местных жителей, эпизодически выступающих в роли рекреантов; б) сложности дифференциации приезжающих в регион туристов на транзитных и конечных пользователей, нацеленных на конкретную дестинацию; в) отсутствии достоверных данных о распределении потоков между разными (в действительности — довольно условными) видами туризма, усугубляемом нечеткой границей между различными видами туристской активности и рекреационными занятиями (Колбовский, 2011).

В части планирования дальнейшего развития туристско-рекреационной сферы актуальными представляются также задачи оценки вклада природных и культурных туристских аттракторов, а также элементов туристской инфраструктуры в формирование выявленных ареалов присутствия, наконец — выявления соответствия/несоответствия этих ареалов проектно-планировочным решениям по развитию туризма в регионах. Эта связь непростая и далеко не однозначная. Так, в целом ряде работ (Formica and Uysal, 2006; Ribeiro and

² РБК. Тренды. <https://trends.rbc.ru/trends/social/cmrm/637f77819a79476c2b6a974b>

³ <http://static.government.ru/media/files/FjJ74rYOaVA4yzPAshEulYxmWSpB4lrM.pdf>

Vareiro, 2012) указывается, что туристский потенциал базируется на туристском предложении территории (системе аттракторов и инфраструктуры территории), но зависит и от туристского спроса (субъективного представления туристов о привлекательности территории для целей туризма); при этом туристские спрос и предложение влияют друг на друга.

Для оценки количественных параметров туристско-рекреационной нагрузки могут быть использованы официальные статистические данные. С 2022 г. Росстат ежемесячно собирает и предоставляет на официальном портале информацию об объеме турпотоков в регионах, однако достоверное (хотя и неполное) представление об их внутрирегиональном распределении может быть получено только посредством обращений к сайтам профильных региональных департаментов, а также с помощью запросов в соответствующие учреждения о посещаемости объектов истории, культуры и архитектуры, музеев, особо охраняемых природных территорий. Для детализации внутрирегиональной картины нагрузки могут быть использованы данные о наличии и вместимости коллективных средств размещения (КСР), до недавнего времени имевшиеся в базе данных показателей муниципальных образований. Однако в этом случае приходится исходить из двух вероятностных допущений: о практически полной и неизменной в течение года заполняемости и упрощенной модели интенсивности воздействия в виде “поясов доступности” вокруг КСР [подробнее (Колбовский, 2022, глава 26)].

Для восполнения информационных лакун, связанных с официальной статистикой, в российской практике планирования и управления в последнее время широко используются и большие данные (Воробьев, 2020; Вострова, 2022; Радченко и др., 2022). Панель “Туризм” СберАналитики, анализируя обезличенную информацию о количестве посетителей за сезон, размере среднего чека в день и средней продолжительности пребывания, создает продукты для бизнеса и госсектора, в частности — предоставляет сведения о валовом турпотоке в регионах по крупным городам и муниципальным районам⁴, без более детальных внутрирегиональных различий. Цифровая платформа “МТС.Регион” (судя по анонсу) дает возможность оценить реальное количество туристов, среднюю продолжительность пребывания туриста в поездке, наиболее популярный транспорт и локации⁵. Оба указанных источника данных не находятся

в открытом доступе и предоставляются исключительно на коммерческой основе, что существенно ограничивает круг их пользователей.

В мировой исследовательской практике последних полутора десятилетий для определения реальной пространственной картины предпочтений условных клиентов разного рода сервисных услуг активно привлекаются фотографии, выложенные на том или ином публичном портале или в социальной сети (Kadar and Gede, 2013). Исследование множества фотографий (при условии предоставления метафайлов правообладателем сервиса) позволяет локализовать снимки в той или иной точке географического пространства в фиксированный момент времени, и, таким образом, получить объективные данные о расположении потенциальных потребителей туристско-рекреационных услуг на сколь угодно обширной территории (Dunkel, 2015; Langemeyer et al., 2018; Yoshimura and Hiura, 2017).

Геолокализованные изображения становятся важным источником информации именно в географии туризма, где они используются для анализа географических особенностей туристической привлекательности местностей, поддержки планирования туристских маршрутов, анализа поведенческих особенностей туристов и прогнозирования развития туристской отрасли (Грибок, 2020). В отечественных публикациях подобные работы пока немногочисленны. Среди таких примеров — использование фотографий сети “ВКонтакте” при оценке посещаемости туристических объектов Ставропольского края на трех территориальных уровнях — для туристских центров, туристско-рекреационных зон и собственно туристических объектов (Тикуннов и др., 2018).

Однако работы, где данные о геопривязанных фотоизображениях были бы интегрированы в единую геоинформационную модель вместе с другими тематическими слоями и использованы для выявления закономерностей распределения и интенсивности туристско-рекреационной нагрузки на разных территориальных уровнях в пределах единого макрорегиона, в литературе пока отсутствуют. На восполнение этого пробела направлено данное исследование. Основная цель статьи — *выявление пространственно-временных паттернов⁶ распределения и оценка количественных параметров присутствия туристов на разных территориальных уровнях — внутрирегиональных туристско-рекреационных местностей и субъектов Федерации в пределах туристского макрорегиона*

⁴ <https://sber.pro/publication/turisticheskii-barometr-kak-dannye-pomogut-razvivat-turizm>

⁵ <https://ecomretailweek.ru/wp-content/uploads/2021/10/MTS.pdf>

⁶ Паттерн — от англ. *pattern* — одно из центральных понятий геопространственного анализа; пространственный паттерн точек S — это набор местоположений $S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_N\}$ в предопределенной области R , где было зарегистрировано N событий (Gatrell et al., 1996).

“Из Москвы в Санкт-Петербург”. Для достижения данной цели последовательно решались следующие задачи:

1) построение геоинформационной модели туристско-рекреационного потенциала макрорегиона, включающего природные и культурные аттракторы, а также базовую инфраструктуру (коллективные средства размещения);

2) определение общего характера и субрегиональных особенностей распределения и плотности присутствия потенциальных клиентов туристско-рекреационной сферы на основе множества точек и агрегированных полигонов локаций фотосъемки;

3) характеристика внутригодовых различий в выявленных ареалах присутствия потребителей туристско-рекреационных услуг как индикатора отраслевой эффективности;

4) выявление положения специализированных ареалов туристско-рекреационных местностей (ТРМ) относительно значимых природных и культурных аттракторов, а также коллективных средств размещения;

5) характеристика иерархии формирующейся ареально-сетевой структуры туристско-рекреационной нагрузки и выявление основных типов узловых паттернов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Туристский макрорегион “Из Москвы в Санкт-Петербург” — одна из 12 туристических макротерриторий России, выделенных в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 24.12.2021 № 2439 (ред. от 14.07.2023) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации “Развитие туризма”». В его состав входят 8 субъектов Федерации — Республика Карелия, Ленинградская область, Московская область, Новгородская область, Псковская область, Тверская область, Москва и Санкт-Петербург. В соответствии с Государственной программой “Развитие туризма” в основе определения туристских макротерриторий лежит объединение точек притяжения туристов в единый туристский маршрут, в том числе с целью создания единого туристского бренда, увеличения въездного туристского потока, объема туристских услуг и т.д. В нашем исследовании объектами рассмотрения стали шесть субъектов макрорегиона; Москва и Санкт-Петербург были исключены из анализа ввиду ярко выраженной специфики генерации фотоизображений в их границах. Оценка проводилась как для регионов, так и для ТРМ, сформировавшихся на их территории, в том числе побережий акваторий, особо охраняемых природных территорий, пригородных ареалов, т.е. была полимасштабной.

Базовая геоинформационная модель, использовавшаяся для оценки, собиралась на основе стандартных наборов OpenStreetMap шести соответствующих субъектов РФ. Объекты, которые рассматривались в рамках модели как *природные аттракторы* (ПА), *культурные аттракторы* (КА) и *коллективные средства размещения* (КСР), извлекались из разных слоев Geofabric OSM запросами по различным полям, построенным с использованием стандартных выражений языка SQL. Подробнее о методике выделения и классификации природных аттракторов см. (Климанова и др., 2023).

Согласно гипотезе, использованной в рамках данного исследования, *туристско-рекреационный потенциал* на территории макрорегиона формируется в результате наложения трех пространственных полей: природных аттракторов, культурных аттракторов и туристско-рекреационной инфраструктуры. Объективным *свидетельством использования потенциала выступает присутствие потенциальных потребителей туристско-рекреационных услуг*, фиксируемое посредством геолокализации множества фотоизображений (ФИ) сервиса “ВКонтакте” (всего 8.2 млн фото за 2021 г.) и формирующее собственное пространственное поле.

Извлеченные данные, кроме географических координат, содержали несколько семантических полей: поле “in_out”, указывающее на съемки в помещении или на открытом пространстве, поле “month” (месяц), поле “city_user_name” (населенный пункт, “прописки” смартфона пользователя), поле “region_user” (регион “прописки” смартфона пользователя), поле “region_photo” (расположение точки съемки в одной из шести областей макрорегиона). Отметим, что несмотря на соблазн использовать поля “city_user_name” и “region_user” для отделения транзитных туристов от местных, сделать это оказалось невозможным ввиду неполного их заполнения: около 50% всего объема данных содержали в соответствующих строках значение <Null>. Поэтому для дальнейшего анализа использовались поля “month” и “region_photo”.

Общий массив точек фото разделялся сначала по принадлежности к одному из шести субрегионов, затем распределялся запросами по параметру времени съемки по 12 месяцам и далее агрегировался по трем условным туристско-рекреационным сезонам: *летний* (май, июнь, июль, август), *зимний* (декабрь, январь, февраль, март), *демисезон* (апрель, сентябрь, октябрь, ноябрь). В итоге были сформированы точечные (векторные) слои летних, зимних и весенне-осенних локаций реального присутствия туристов и/или отдыхающих. Таким образом, исходными объектами анализа в рамках ГИС-модели послужили четыре группы векторных слоев как

агрегированных для макрорегиона “Москва–Санкт-Петербург”, так и распределенных по шести субрегионам: слою природных и культурных аттракторов, слою коллективных средств размещения и слою геолокализованных фото, дифференцированных по сезонам года.

Каждая из четырех групп полей формируется множеством объектов, которым могут быть свойственны *эффекты распределения второго порядка* (O’Sullivan and Unwin, 2010), относящиеся к одному из трех типов: 1) абсолютно случайное (рандомное), 2) дисперсное (когда каждый объект является центром своеобразного ареала или зоны влияния/обслуживания), 3) кластерное (когда объекты формируют заметные скопления, или кластеры) (Grekousis, 2020).

Для выявления типа распределения объектов в ArcMap 10.8 был проведен *анализ ближайшего соседства* (Nearest Neighbor method), показавший высокий уровень кластеризации для множества КСР, множества КА, множества ФИ, и частично дисперсный, частично кластерный — для ПА.

Выявленный характер распределения объектов четырех пространственных полей (ПА, КА, КСР и ФИ) позволяет использовать инструменты локализации и конфигурирования кластеров, базирующиеся на так называемых *эффектах точечных паттернов первого порядка* (Oyana and Margai, 2015, p. 168). К ним относятся использованный в данной модели алгоритм *плотности ядра* (Kernel estimation methods) — непараметрический метод интерполяции, который вычисляет вероятности события на некотором расстоянии от контрольной точки. Кластеры моделировались на основе множества ПА, КА, КСР и ФИ раздельно в пределах каждой административной области с предварительным определением регионального значения *функции k-Ripley* (Multi-Distance Spatial Cluster Analysis), позволяющей определить дистанции наиболее характерной кластеризации (Grekousis, 2020).

Для поля геолокализованных фотоизображений (ФИ) с целью выявления территориальных и сезонных различий в распределении туристско-рекреационной нагрузки осуществлялось агрегирование точек съемки (инструментом *Aggregate Points* набора Generalization группы Cartography tools ArcMAP10.8) в полигоны раздельно по трем сезонам; критический параметр *дистанция агрегирования* (Aggregation Distance) определялся предварительно для каждого из шести регионов с помощью *функции k-Ripley*.

В результате были получены полигональные покрытия, отображающие генерализованное присутствие туристов и рекреантов как в течение всего года, так и отдельно по сезонам. Для сформированных таким образом ареалов рассчитывались площадь и плотность присут-

ствия — параметр, отображающий число точек фотосъемки на единицу площади. Дополнительно с помощью операций *оверлея* полигональных слоев сезонного присутствия моделировались еще два вида ареалов:

1) *минимальный ареал постоянного внутригодового присутствия*, т.е. территория, в пределах которой туристы присутствуют круглый год, тип *оверлея* — *пересечение* (Intersection);

2) *максимальный ареал непериодического внутригодового присутствия*, т.е. территория, в пределах которой туристы бывают хотя бы в один из трех сезонов, тип *оверлея* — *объединение* (Union) и *слияние* (Merge).

Для выявления специфики нагрузки на основные виды природных аттракторов макрорегиона (особо охраняемые природные территории, крупные озера и водохранилища, долины рек) определялись характерные дистанции близости точек фотосъемки, которые затем использовались для построения буферов вокруг соответствующего класса объектов. Наложение полученных таким образом зон притяжения на сезонные ареалы присутствия позволили выявить сформировавшиеся специализированные ТРМ, например, зоны летнего отдыха на берегах водоемов, ареалы зимней рыбалки на акваториях или маршрутные коридоры сплавных средних рек.

Для оценки посещаемости регионов первоначально наряду с данными фотоизображений использовались также данные СберАналитики, характеризующие общее количество физических лиц, совершавших транзакции на территории региона, который не является для них домашним.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Туристско-рекреационный потенциал как фактор формирования туристско-рекреационной нагрузки

Размерность и конфигурация полей трех составляющих туристско-рекреационного потенциала — ПА, КА и КСР — демонстрируют существование значительных различий между субъектами макрорегиона как в степени кластеризации, так и в дистанциях между потенциальными кластерами.

В соответствии с выполненной группировкой субъектов РФ по потенциалу ПА (Климанова и др., 2023) все рассматриваемые субъекты, за исключением Республики Карелия, относятся к группе с преобладанием в структуре ПА водотоков и водоемов. В этой связи именно водные объекты следует рассматривать как наиболее уязвимые в регионе с точки зрения туристско-рекреационной нагрузки. Лишь Республика Карелия относится к довольно редкой в стране группе субъектов со смешанным характером структуры ПА — среди них нет преобла-

дания той или иной группы: примерно в равных долях представлены водотоки и водоемы суши, геолого-геоморфологические и флористические объекты. Такие субъекты имеют более разнообразные возможности для развития природно-ориентированного туризма.

Анализ кластеров ПА на фоне выявленных ареалов присутствия туристов показал, что *природные аттракторы обладают различным потенциалом формирования привлекательных туристических дестинаций*. В этом отношении по приоритетности и частоте посещения в макрорегионе представляется возможным выделить четыре типа ПА:

1) объекты Всемирного наследия ЮНЕСКО, выделенные в соответствии с уникальностью как природного, так и культурно-исторического свойства (например, остров Кижи, где памятники деревянного зодчества сохраняются на фоне типичного культурного ландшафта Прионежья);

2) особо охраняемые территории федерального значения, прежде всего национальные парки, в пределах и окрестностях которых, как правило, существуют специально выделенные туристско-рекреационные зоны с соответствующей инфраструктурой в виде инфоцентров, постоянных и временных (сезонных) коллективных средств размещения, туристских маршрутов и экологических троп, а также — объекты-аттракторы, специально предназначенные для посещения. Такое сочетание объектов формирует кластер ПА и востребованную туристскую дестинацию;

3) объекты регионального уровня — природные и ландшафтно-исторические парки, достопримечательные места, сочетающие природные и историко-культурные объекты, а также природные объекты, значимые для населения региона, но одновременно представляющие интерес и для транзитных туристов (например, геологические обнажения, озера, пещеры, дворянские усадьбы и т.п.);

4) природные объекты, выполняющие функцию локальных мест массовой рекреации, в частности небольшие озера, водохранилища и обводненные карьеры, пригородные и припоселковые рощи, лесопарковые зоны лесничеств.

Пространственный характер распределения КА своеобразен и обнаруживает признаки кластеризации на разных иерархических уровнях. Оба мегаполиса — (Москва и Санкт-Петербург) ожидаемо формируют ожерелья в своих окрестностях, что связано с объективно высокой насыщенностью объектами культурно-исторического наследия. В провинциальных областях крупные по размерности очаги сформированы вокруг региональных центров (Тверь, Псков, Новгород, Петрозаводск), средние — в исторических городах (Старая Русса, Боровичи, Торжок, Вышний

Волочек), а также вблизи освоенных туристской сферой музеев-заповедников (Пушкинские горы, Валаамский архипелаг, о. Кижи). Локальные кластеры могут быть связаны с отдельными, но популярными и посещаемыми памятниками истории, культуры и архитектуры (отдельные усадьбы, мемориалы, храмы).

Сравнение поля коллективных средств размещения (КСР) с точками присутствия туристов и рекреантов демонстрирует, что *объекты КСР могут генерировать собственные ареалы специфической нагрузки в пространстве*, особенно при дисперсном распределении на периферии регионов, где гостиницы отчасти определяют достижимость удаленных дестинаций.

Сравнение локализации кластеров коллективных средств размещения с кластерами природных и культурных аттракторов показало, что перекрытие с кластерами КА наблюдается там, где последние расположены в городах (Осташков, Торopez, Старая Русса, Луга) или являются знаковыми и крупными объектами наследия (например, музеи-заповедники под открытым небом — Пушкинские горы). Схожая взаимосвязь наблюдается между КСР и ПА, поскольку кластеры средств размещения зачастую попадают либо в центральные, либо периферийные зоны кластеров ПА (Осташков, Старая Русса, Луга, Валдай и др.). При этом многие выраженные скопления ПА не пересекаются и не соседствуют даже с небольшими кластерами КСР и это обстоятельство можно интерпретировать как некую гарантию сохранности уникальных природных объектов; вместе с тем возникает повод подумать о реальной значимости и распространенности “природно-ориентированных” и “экологических” видов туризма.

Таким образом, выявлены три наиболее типичных паттерна (рисунка) распределения составляющих туристско-рекреационного потенциала: *пристоличный* с практически неразрывным ожерельем объектов вокруг Москвы и Санкт-Петербурга; *провинциальный кластерный* с выраженной сетевой структурой и более или менее сформированными узлами; *провинциальный дисперсный* с небольшим числом слабо сообщающихся или почти изолированных “ядер” плотности.

Присутствие туристов и рекреантов на территории: сезонные различия на уровне субъектов. Сравнение данных о совершенных нерезидентами регионов транзакциями в 2021 г., полученных от СберАналитики, с количеством точек присутствия пользователей сети “ВКонтакте” (авторов фотоизображений) за каждый месяц — отдельно по соответствующим областям макрорегиона — позволяет обнаружить значительное расхождение значений как по валовым (т.е. годовым) показателям, так и по внутригодовому распределению по месяцам и сезонам года (рис. 1).

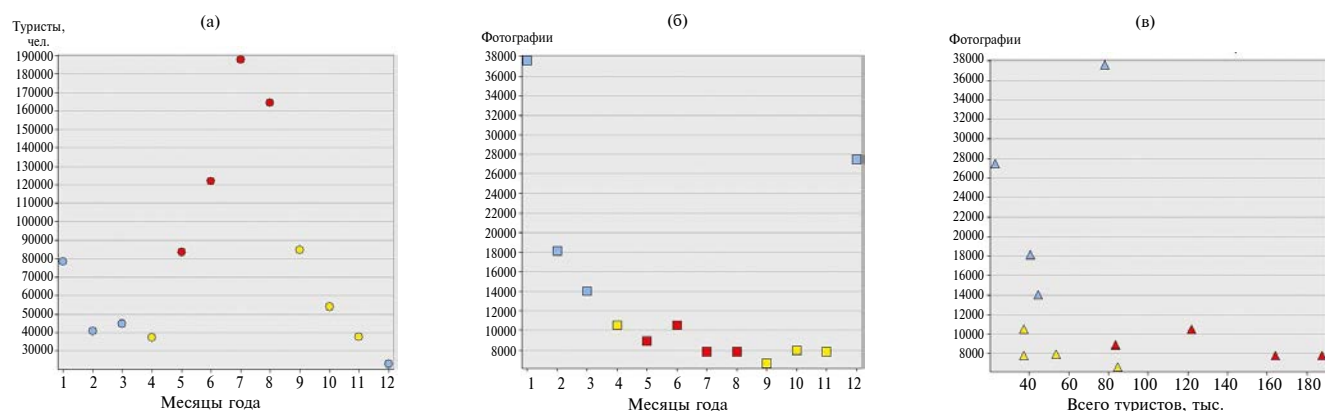


Рис. 1. Пример сравнения данных на графиках для Республики Карелии: а) распределение туристов по месяцам согласно данным СберАналитики, б) распределение фото по месяцам, в) зависимость числа сделанных фотографий от числа туристов (значение коэффициента детерминации R^2 10.3%); синие значки — зимние месяцы, красные значки — летние месяцы, желтые значки — демисезон (весна — осень).

В целом, по итогам сопоставления двух типов данных (СберАналитики и ВКонтакте) можно констатировать следующее.

А. По всему пространству макрорегиона наблюдается отчетливая внутригодовая неравномерность нагрузки: при этом в “провинциальных” областях самые высокие нагрузки падают на 3–4 летних месяца и январь, а средние нагрузки наблюдаются в течение остальных зимних месяцев; туристско-рекреационная активность планомерно снижается в осенние месяцы, начиная с сентября. В Московской и Ленинградской областях хорошо выраженный пик приходится на январь и февраль, что, по всей вероятности, объясняется длинными новогодними выходными, а также школьным и студенческим каникулярным отдыхом.

Б. Три региона (Тверская, Новгородская и Псковская области) демонстрируют уникально схожий график показателей посещаемости по всем источникам информации, при этом данные СберАналитики демонстрируют резко выраженные пики с мая по август и планомерно нисходящую осеннюю загрузку с минимумом в декабре, в то время как число точек ФИ распределяется иначе: средние значения летних месяцев, очень низкая осень и пиковые околonoвогодние декабрь и январь.

В. Московская область по числу точек ФИ выделяется рекордным январем и высокими зимними месяцами, несколько более средним летом и выраженным осенним спадом значений, в то время как по данным СберАналитики отмечается максимально высокий март (что сложно объяснить), высокие май–июнь и практически “мертвый” демисезон с переходом к “пустому” декабрю.

Г. В четырех из шести областей различия между двумя видами данных, фиксируемые коэффициентом детерминации на графиках, по-

разительно велики; относительно лучшая взаимосвязь отмечается для Московской ($R^2 = 10.3\%$) и Тверской ($R^2 = 46.0\%$) областей.

Подобные результаты и сравнение разного рода данных лишней раз свидетельствуют о сложности мониторинга туристических потоков с использованием больших данных и актуализируют вопрос доступа к различным источникам информации для получения адекватных результатов об объемах туристско-рекреационной нагрузки.

Туристско-рекреационные местности и их типы

Особенности пространственного характера распределения туристско-рекреационной нагрузки изучались по паттернам точек ФИ и смоделированным на их основе агрегированным полигонам присутствия для каждой административной области и макрорегиона в целом.

Точки летней рекреации абсолютно преобладают в пространстве всего макрорегиона, их распределение обнаруживает отчетливые скопления в границах и ближайших окрестностях городов и крупных населенных пунктов, а также вдоль автомобильных дорог; отдельные зоны присутствия формируются вдоль побережий популярных акваторий — крупных озер и водохранилищ.

Специфические сезонные паттерны возникают в окрестностях Москвы и Санкт-Петербурга и на периферии областных центров. Так, в окрестностях Санкт-Петербурга существуют круглогодично нагруженные ареалы, приуроченные к скоплениям КСР в живописных пригородах с парками, а также к летним трассам сплава по порожистым сплавным рекам. В Республике Карелия, в окрестностях Петрозаводска, ареалы нагрузки приурочены, в том числе, к пляжам Онежского озера и точкам зимней рыбалки вдоль берега и в акватории озера (рис. 2).

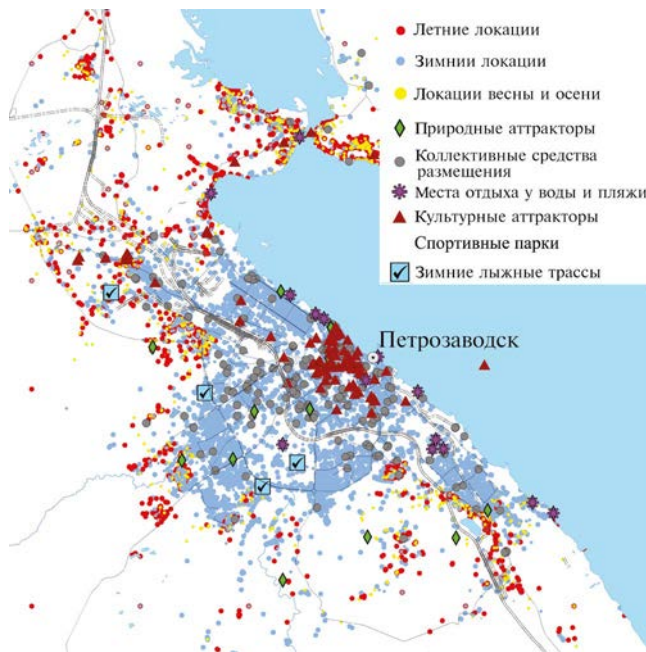


Рис. 2. Распределение геолокализированных фотоизображений по сезонам года в районе Петрозаводска на фоне элементов туристско-рекреационного потенциала.

Разумеется, возможности анализа “точечной модели” ограничены: точка отражает локализацию ФИ, но сам акт съемки предполагает не “телепортацию” человека с камерой, а несколько последовательных и связанных действий: передвижение к объекту на транспорте или пешком, небольшие локальные перемещения, совершающиеся в процесса осмотра объекта и выбора лучшей позиции для фотографирования; следовательно, точки ФИ являются своего рода маркерами локальных ареалов, ограничивающих микропространство пребывания туриста/рекреанта (Колбовский, Медовикова, 2016). Чем интереснее объект (или несколько близко расположенных объектов) для наблюдателя, тем больше фотографий будет сделано для его (их) запечатлевания; в этой связи представляет интерес возможность трансформации точечного паттерна в паттерн полигональный, отражающий обобщенные ареалы потенциального присутствия туриста и/или рекреанта.

Алгоритм агрегирования точек в полигоны требует предварительного определения характерного расстояния кластеризации с использованием функции *k-Ripley*, на выходе которой — графики, показывающие характерные ожидаемые и наблюдаемые расстояния кластеризации/дисперсности. Практически все субрегионы демонстрируют наличие нескольких дистанций кластеризации, что, вероятно, отражает наличие разных иерархических уровней организации “отраслевого” туристско-рекреационного пространства. Отметим, что “кластеры локальных масштабов могут фор-

мировать дисперсное распределение на более генерализованных средне- и мелкомасштабных уровнях”, обстоятельство, которое специально подчеркивали теоретики ГИС-моделирования [см., например, (Openshaw and Clark, 2005, р. 31)]. Таких дистанций (условных уровней кластеризации) для разных областей макрорегиона обнаруживается две–три: ближняя, средняя и дальняя. Абсолютные значения дистанций между субрегионами сильно различаются: так, расстояние среднего уровня кластеризации (в метрах) составляет 214 для Московской области, 1561 для Ленинградской области, 3267 для Новгородской, 2552 для Псковской, 14447 для Тверской и 5965 для Республики Карелии, что отображает существенные различия в “плотности” распределения и концентрации туристско-рекреационного потенциала, а также отраслевой (и общей!) инфраструктуры. При этом в провинциальных областях средние и, особенно, дальние интервалы условной кластеризации “уходят” в правую верхнюю область графика и свидетельствуют скорее о дисперсности распределения, т.е. показывают не столько дистанцию агрегирования, сколько интервал влияния конкретной точки присутствия (или нескольких близких точек) на расположение других точек.

Полученные агрегацией точек полигональные ареалы присутствия более наглядно отображают конфигурацию и размерность возникающих ТРМ, закономерности распределения отраслевой туристско-рекреационной нагрузки на территорию, и, кроме того, — интегральную аттрактивность различных ландшафтов, объектов природного и культурного наследия. Можно выделить нескольких общих для макрорегиона типов ареалов присутствия, которые можно интерпретировать как формирующиеся ТРМ, различающиеся по размерам, конфигурации и приуроченности к объектам туристско-рекреационного потенциала (рис. 3):

- 1) исторические центры главных городов и их окрестности;
- 2) малые города и крупные села;
- 3) отрезки автомагистралей с “нанизанными” КА и ПА;
- 4) ареалы вне городов с наложением кластеров двух–трех “полей” — ПА, КА, КСР;
- 5) рекреационно-освоенные побережья крупных водоемов (озер, водохранилищ);
- 6) долины средних и малых рек, используемые для различных видов спортивного и туристического сплава и летнего отдыха у воды;
- 7) отдельные популярные кластеры природных аттракторов (национальные парки);
- 8) отдельные популярные кластеры культурных аттракторов (музеи-заповедники);
- 9) зимние курорты и/или всесезонные спортивные парки;

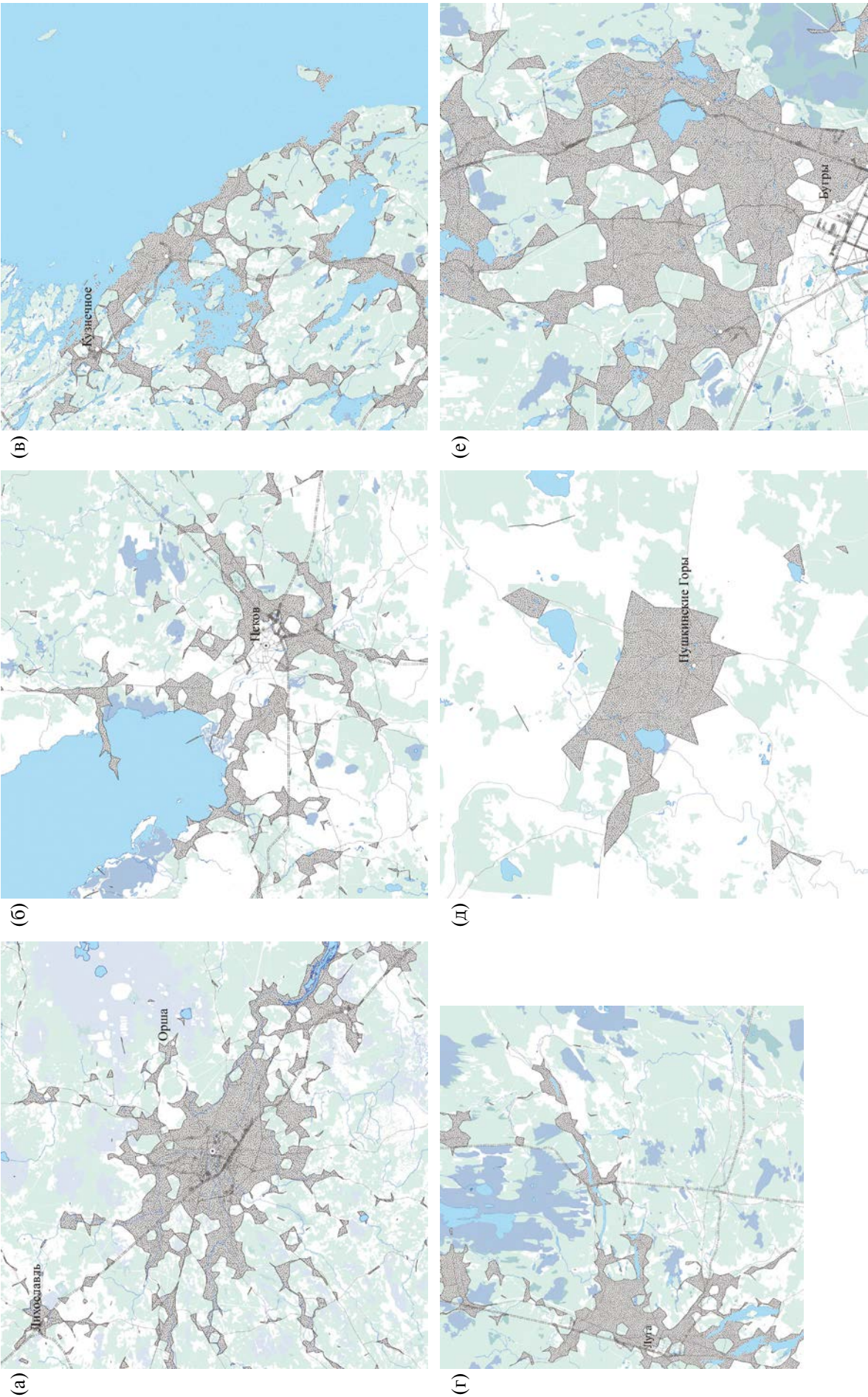


Рис. 3. Некоторые типы сезонных паттернов и соответствующих им туристско-рекреационных местностей в пределах макрорегиона: (а) летний вокруг областного центра – Твери; (б) летний, прибрежного отдыха на Чудском озере; (в) летний приозерный на шхерных берегах Ладоги в окрестностях Кузнецкого, Ленинградская область; (г) летний, с речным маршрутом Орежское Кольцо в окрестностях Лути; (д) зимний вокруг музея-заповедника “Михайловское” в окрестностях Пушкинских гор; (е) зимний с горнолыжными трассами и рыбалкой в окрестностях Парголово, Ленинградская область.

10) выраженные сезонные ареалы, связанные со спецификой летних, осенних или зимних рекреационных занятий (например — ареалы зимней рыбалки на водоемах).

Комбинирование перечисленных ареалов в пространстве макрорегиона задает сложную интегральную модель, которую можно определить как *сетевую с более или менее выраженными узлами и ареалами внутригодовой флуктуации, задаваемой сезонной сменой рекреационных занятий и туристских модулей*.

Помимо чередования сезонов на территориальное распределение ареалов туристско-рекреационного присутствия заметное влияние оказывает своеобразие местных физико-географических и ландшафтных условий. Так, в Карелии ареалы присутствия располагаются не только возле зафиксированных в модели ПА (извлеченных запросами из различных слоев OSM), но и по интересным и освоенным для отдыха местоположениям: на островах и берегах озерных шхер, глубоко вдающихся в гранитные массивы водораздела, вдоль сплавных рек, впадающих в Ладогу и на акватории “зимней” Ладоги, наконец, узкой полосой на берегах многих небольших озер. Аналогичная картина характерна и для относительно редко населенных пространств Тверской, Псковской и Новгородской областей, где локальные ареалы формируются вокруг небольших озер и водохранилищ, обводненных карьеров, вдоль пригодных для сплава малых рек и в окрестностях популярных ООПТ.

Площадь ареалов присутствия и плотность фотографий как показатели туристско-рекреационной нагрузки

На основании выполненного агрегирования точек в полигональные ареалы для каждого из регионов были рассчитаны суммарные площади присутствия туристов и рекреантов — для каждого из трех сезонов — лето, зима и весна—осень, а также площади ареалов, на которой отмечается постоянное ($S_{\text{area constant}}$) и периодическое ($S_{\text{area maximum}}$) присутствие в течение всего года (рис. 4). С учетом общего количества ареалов была рассчитана и средняя площадь элементарного ареала присутствия в каждый из сезонов (табл. 1).

Во всех рассмотренных субъектах площадь ареалов “всесезонного” (т.е. постоянного) присутствия туристов и рекреантов меньше площади любого из сезонных ареалов (летнего, зимнего, демисезонного). Максимальные расхождения между площадью ареала постоянного пребывания и сезонными ареалами наблюдаются в Республике Карелии — летний ареал в 3.7 раза больше “всесезонного” и Новгородской области — в 3.2 раза. Минимальны (1.6 и 2.4 соответственно) различия в Московской и Тверской

областях. Обнаруженные различия между *ареалами постоянного и периодического присутствия отражают стабильность внутригодового распределения функционирования туристско-рекреационной сферы*: чем ближе эти значения, тем шире предлагаемый в регионе спектр сезонных рекреационных занятий и тем более разнообразны туристские модули, и, наоборот, ориентация на какие-то отдельные виды туризма с выраженной сезонностью (например, летний отдых на водоемах или лыжный зимний) приводят к большему различию размерности сезонных ареалов присутствия туристов и рекреантов. Соответственно будет меняться и специфическая нагрузка на ландшафты и экосистемы, а также на все составляющие туристско-рекреационной инфраструктуры.

Средняя площадь ареала присутствия по регионам различается также довольно сильно. Минимальна она — в Республике Карелии, максимальна — больше на порядок — в Московской области. На наш взгляд, это косвенно может свидетельствовать о развитости туристско-рекреационной инфраструктуры — чем более населен, посещаем и развит регион, тем площадь среднего ареала больше. Этот показатель может быть интерпретирован и как индикатор минимальной площади ареала, задействованного для туризма и рекреации.

Интересным является и другое выявленное обстоятельство: результаты наложения сезонных ареалов не позволяют утверждать, что постоянно воздействию подвергаются именно внутренние (центральные) части освоенных индустрией отдыха и туризма ареалов. Так, на приведенном примере окрестностей г. Осташкова (см. рис. 4) внутренняя часть ареала фактически не является “всесезонной”.

Другая характерная особенность — соотношения площадей постоянного и периодического присутствия ($S_{\text{area constant}}/S_{\text{area maximum}}$) имеют близкие значения в трех “провинциальных” регионах (Псковская область — 23%, Новгородская — 22%, Карелия — 19%) и заметно выше в Московской (53%) области, Ленинградская и Тверская области занимают промежуточное положение (28 и 34% соответственно). Следовательно, этот показатель напрямую связан с набором предлагаемых услуг, их востребованностью по сезонам года и может служить показателем стабильности функционирования отрасли и постоянства специфической туристско-рекреационной нагрузки. Интересно также, что средний размер ареалов постоянного присутствия может быть как меньше (Новгородская, Ленинградская, Московская области), так и больше (Тверская область и Республика Карелия) среднего размера ареалов максимального периодического присутствия.

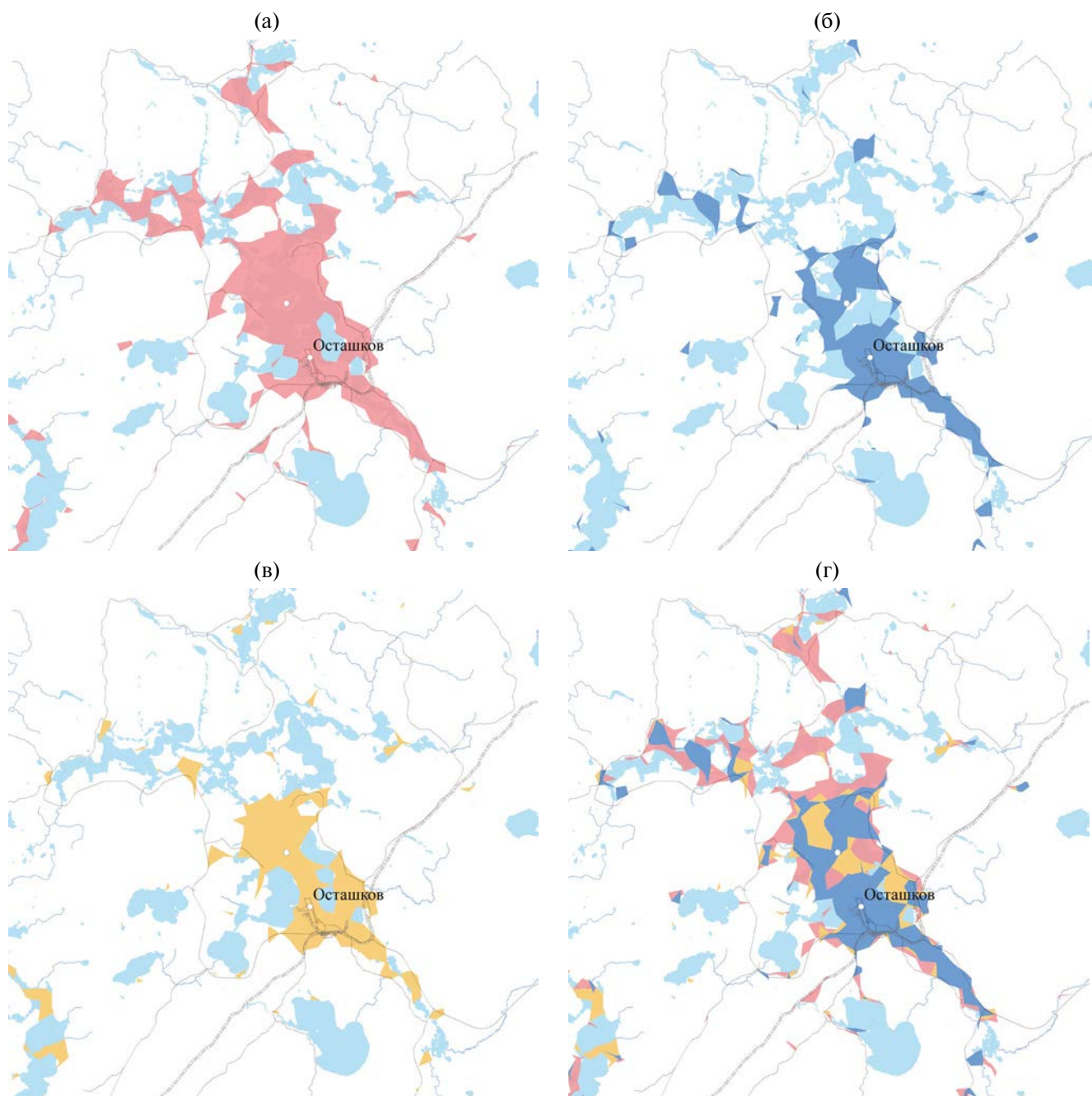


Рис. 4. Сезонные ареалы присутствия в окрестностях Осташкова, Тверская область: (а) летние, (б) зимние, (в) демисезонные, (г) наложение трех ареалов.

Ареалам присутствия свойственен существенный недостаток — они не отражают напряженности (нагруженности) воздействия: их форма конфигурируется инструментом агрегирования как наименьший по площади полигон, охватывающий точки с заданной дистанцией кластеризации. Поэтому точки, расположенные относительно рыхло и разделяемые дистанцией, равной или меньшей принятого порога агрегирования, могут генерировать крупные полигоны. И, наоборот, множество точек, сконцентрированных на расстоянии первых десятков или сотен метров,

формируют сравнительно небольшой по площади, но весьма нагруженный плотный ареал. Следовательно, меньшие по площади ареалы присутствия могут в действительности характеризоваться большей концентрацией туристов в их границах: подобный эффект характерен, например, для зимних ТРМ, формирующихся в городах и их ближайших окрестностях, что объясняется вполне понятным желанием людей не покидать “зону климатического комфорта”, обеспечиваемого городской средой (гостиницы, кафе и рестораны, музеи, театры, спортивные и тематические парки и т.д.).

Таблица 1. Площадь ареалов сезонного, постоянного ($S_{\text{area constant}}$) и периодического ($S_{\text{area maximum}}$) присутствия (всего по региону и средняя для одного ареала) и коэффициент стабильности присутствия

Сезон	Площадь ареала присутствия, га											
	Псковская область		Новгородская область		Республика Карелия		Тверская область		Ленинградская область		Московская область	
	Всего	Средняя	Всего	Средняя	Всего	Средняя	Всего	Средняя	Всего	Средняя	Всего	Средняя
Лето	117597	129	144877	168	74684	90	365515	235	660060	431	1380173	1316
Зима	81147	133	97461	166	50305	157	233344	211	449762	372	1117606	1002
Весна—осень	86254	131	95548	137	45389	108	253589	213	495575	346	1205806	1024
$S_{\text{area constant}}$	38563	125	45468	130	20364	132	152439	246	245475	266	869915	985
$S_{\text{area maximum}}$	168927	132	202393	178	109040,4	106	453193	216	888862	461	1638714	1253
Коэффициент стабильности	23	94	22	73	19	125	34	114	28	58	53	89

Расчет показателей плотности локаций съемки на единицу площади обнаруживает значительные различия как между областями, так и по сезонам года в пределах макрорегиона и каждого отдельного субрегиона (табл. 2).

Так, несмотря на доминирование летнего туристического сезона по посещаемой туристами площади, лето проигрывает и зиме, и демисезону по показателю плотности присутствия — в среднем в полтора—два раза во всех регионах. По-разному нагруженными оказываются минимальные ареалы постоянного и максимальные ареалы периодического присутствия: скопление туристов в пределах всесезонных территорий оказывается в два—три раза более плотным.

Отметим, что в любой сезон сами фотографии могут отражать интерес съемщика не столько к объекту природного или культурного наследия (или природы — в широком смысле), сколько — к собственной персоне (жанр *селфи*), подобный способ фиксации пребывания безразличен к потенциалу и не работает на оценку туристско-рекреационного потенциала. Отдельный интерес представляла бы возможность семантического анализа фотоизображений (Langemeyer et al., 2018), что чрезвычайно обогатило бы наше представление об аттрактивности объектов и характере потребления туристско-рекреационных услуг, но подобный анализ требует использования сложных современных алгоритмов распознавания образов.

*Туристско-рекреационная нагрузка
на особо охраняемые природные территории
и акватории*

Использование слоя ареалов присутствия с параметрами плотности позволяет более детально оценить реальную нагрузку на составляющие элементы туристско-рекреационного потенциала: прежде всего — природные аттракторы (рис. 5). Выявлено, что в окрестностях больших городов некоторые ООПТ попадают в ареалы максимального присутствия туристов и рекреантов, однако при этом необязательно в зонах критической или значительной плотности; одновременно незатронутыми остаются ООПТ, не формирующие востребованных рекреационных ниш (например, крупные болота).

В ходе моделирования были получены данные о числе точек съемки и доле, занимаемой ареалами присутствия от общей площади ООПТ. Так, для национального парка Лосиный остров эти показатели составили 9740 точек, распределенные на 64% площади, тогда как для национального парка Ладожские шхеры — 2680 на 8% площади. Таким образом, в ареал максимального присутствия высокой плотности попадают,

Таблица 2. Количество ФИ (N_{photo}) и их плотность ρ (количество/га) в различных типах ареалов присутствия

Регион	Параметр	Тип ареалов				
		Лето	Зима	Демисезон	Ареалы постоянного присутствия	Ареалы периодического присутствия
Ленинградская область	N_{photo}	709201	726115	717425	569107	860313
	ρ	1.07	1.61	1.45	2.32	0.98
Московская область	N_{photo}	5374501	5355393	5373968	5254384	5493489
	ρ	3.89	4.79	4.46	6.04	3.35
Новгородская область	N_{photo}	157268	172790	155121	118477	208744
	ρ	1.09	1.77	1.62	2.61	1.03
Псковская область	N_{photo}	129879	141216	132711	98459	168886
	ρ	1.10	1.74	1.54	2.55	0.83
Республика Карелия	N_{photo}	88651	125536	93668	77547	135086
	ρ	1.19	2.50	2.06	3.81	1.24
Тверская область	N_{photo}	1075687	1039517	1048380	1013603	1093626
	ρ	2.94	4.45	4.13	6.65	2.41

как правило, ООПТ, специально предназначенные для туризма и рекреации; генерируемые при этом нагрузки – вопрос, безусловно, требующий специального изучения.

Другие крупные ООПТ оказываются на периферии ареалов максимального присутствия туристов и рекреантов, нагрузке подвергаются очень небольшие (в сравнении с площадью самого ООПТ) их части. Особая ситуация формируется на популярных у отдыхающих и туристов побережьях крупных озер, имеющих статус ООПТ, но и здесь действительно нагруженными оказываются сравнительно небольшие прибрежные участки. Подавляющее большинство крупных, средних и совсем небольших ООПТ вообще не перекрываются с ареалами периодического максимального присутствия туристов в провинциальном (нестоличном) пространстве рассматриваемого макрорегиона.

Обобщенная модель присутствия позволяет сделать определенные выводы о распределении сезонной нагрузки на акваториях водоемов: в целом прибрежный отдых и туризм демонстрируют большую дифференциацию (см. рис. 4), чем отрасль в целом. Специфические ареалы прибрежного отдыха формируются в уникальных ландшафтных условиях макрорегиона – кроме шхерных берегов к ним относятся сельги с экзарационными олиготрофными озерами, а также реки – как перетоки между озерами и как самостоятельные объекты сплава и отдыха у воды.

*Иерархия элементов
ареально-сетевой структуры
туристско-рекреационной нагрузки*

Совместный анализ плотности и конфигурации ареалов присутствия обнаруживает наличие выраженной иерархии, позволяющей дифференцировать их на три уровня, в том числе и по интенсивности туристско-рекреационной нагрузки. Верхний уровень (*центры первого порядка*) формируется кластерами высокой плотности фотоизображений и связан с городами. В областях, прилегающих к столицам, – это города ближнего окружения: в Московской – Красногорск, Химки, Мытищи, Люберцы, Балашиха, Одинцово, Королев, Щелково, в Ленинградской области – Гатчина, Выборг, Всевожск, Серголово, Кириши. В остальных регионах верхний уровень также образован городами, при этом можно выделить *моноцентричные* Тверскую область (центр заметно превалирует по плотности над остальными городами) и Республику Карелию (где абсолютно доминирует кластер Петрозаводска) и *полицентричные* – так, в Псковской области с Псковом конкурируют Великие Луки, в Новгородской области выделяются четыре центра верхнего уровня – Новгород, Боровичи, Старая Русса и Валдай.

Центры второго порядка более разнообразны по генезису, и именно они формируют функционально важные *узловые элементы сетевой структуры полей плотности* в каждом регионе, которые при соответствующей поддержке могут трансфор-

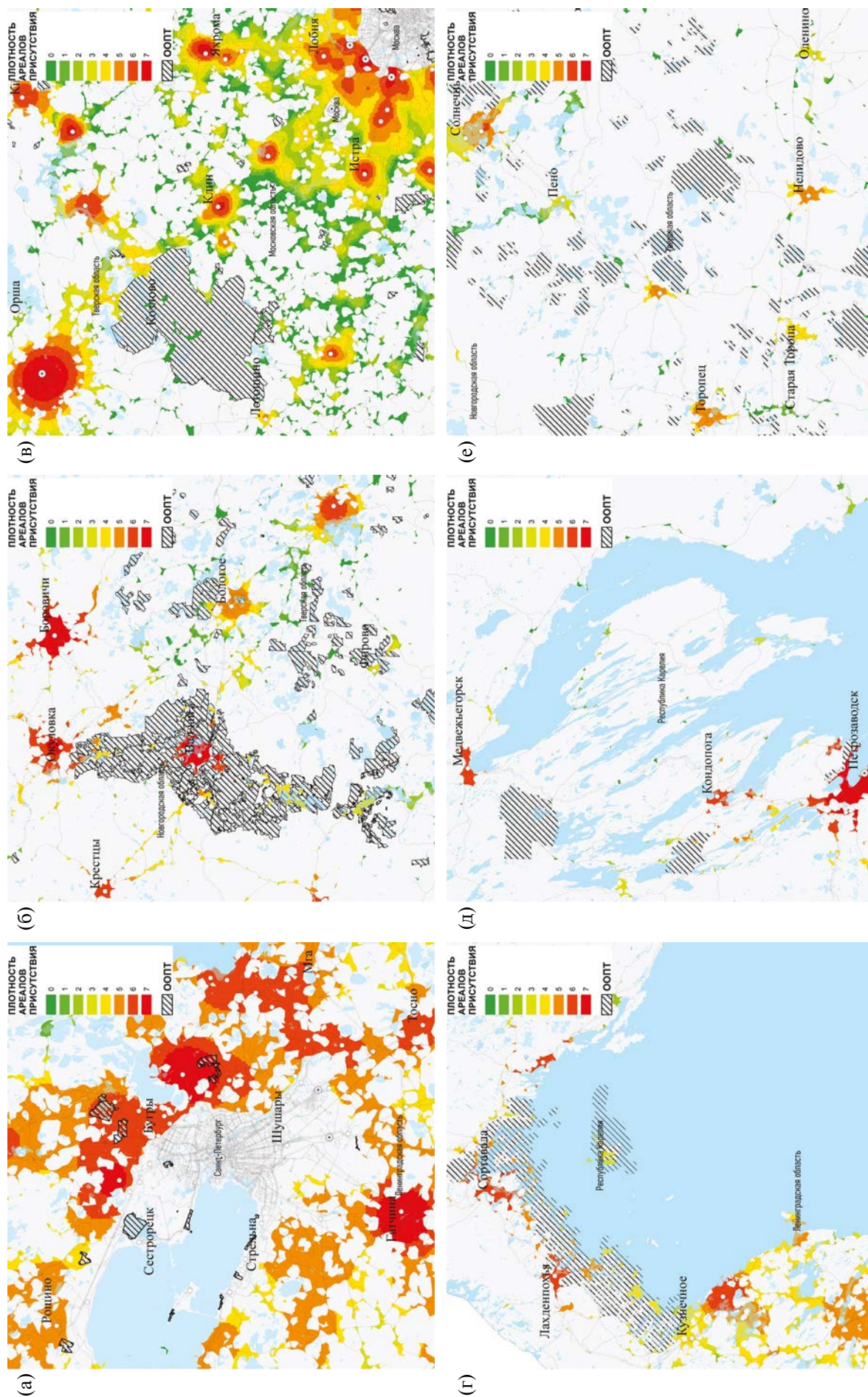


Рис. 5. Типичные варианты соотношения ареалов присутствия туристов и рекреантов и ООПТ: (а) окрестности Санкт-Петербурга; (б) Валдайский национальный парк на границе Новгородской и Тверской областей; (в) Национальный парк «Завидово» на оси между Москвой и Тверью; (г) «Ладожские шхеры», Республика Карелия; (д) северо-западное побережье Онежского озера, (е) «провинциальная» территория с ООПТ между Андреаполе и Нелидово, Тверская область. Плотность ареалов присутствия оценена по 7 классам, соответствующим интервалам абсолютных значений (способ разбиения «естественные границы»).

мироваться с популярными ТРМ. В Московской области — это малые и более отдаленные от Москвы города, часто насыщенные историко-культурными аттракторами, либо сосредотачивающие в большом количестве популярные КСР (дома и базы отдыха, санатории и т.д.): Клин, Истра, Воскресенск, Серпухов, Сергиев Посад. В Ленинградской области центры второго уровня явно образуются сочетанием КА и ПА с ООПТ и более или менее удобным транспортным расположением, таковы, например, Назия — поселок городского типа и “каньон” р. Лава — популярное место сплава, Сиверский — множество мест отдыха на р. Оредеж и популярное геологическое обнажение, Сосновый Бор — лыжная трасса плюс объекты культурного и природного наследия. Хорошо выделяются центры второго уровня в Псковской и Новгородской областях, где они формируются сочетанием лыжных трасс с культурными аттракторами (Печоры, Крестцы, Пестово) и/или местами отдыха у воды (Остров, Хвойная, Демянск, Холм), либо — культурными аттракторами и популярными посещаемыми ООПТ (Себеж, Пушкинские Горы, Пустошка). В Тверской области центры второго уровня локальны и также сформированы сочетанием объектов наследия и мест отдыха на фоне близости ООПТ и относительной обеспеченности КСР; таковы Андреаполь, Торопец, Кувшиново, Лихославль.

Самая характерная черта *центров третьего уровня* — они не привязаны к городам, но почти всегда содержат несколько КСР и генерируются сочетанием ПА и КА, а также мест отдыха у воды: в долинах рек, по берегам небольших озер и водохранилищ, зимних спортивных парков со спусками для лыжников, серфингистов и т.д.

Иерархия центров различного уровня отражается и на их размерности: кластеры-центры первого уровня имеют средние размеры 8–12 км по длинной оси, центры второго уровня — 5–8 км, центры третьего уровня 2–5 км.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая статья относится к работам, в которых исследуется вопрос возможностей и ограничений использования так называемых больших данных в географических исследованиях. В исследовании они были использованы для выявления закономерностей распределения туристско-рекреационной нагрузки на разных территориальных уровнях: на уровне макрорегиона, субъектов РФ и внутрирегиональных туристско-рекреационных местностей. Можно констатировать, что, во-первых, в условиях неполноты официальных статистических данных и отсутствия открытого доступа к коммерческим источникам именно использо-

вание геопривязанных изображений позволяет, пусть и с оговорками, максимально близко подойти к выявлению распределения туристско-рекреационной нагрузки на внутрирегиональном уровне, особенно в случае, когда речь идет о природных территориях или объектах посещения.

Во-вторых, для оценки нагрузки недостаточно лишь использовать данные о геопривязке фотографий, гораздо более значимые результаты дает их интеграция в состав единой геоинформационной модели туристско-рекреационного потенциала региона. В этом случае, на первом этапе работы на основе данных о распределении природных и культурных аттракторов, а также объектов туристско-рекреационной инфраструктуры создается модель потенциальных туристско-рекреационных кластеров, которая затем сопоставляется с пространственной моделью присутствия туристов и рекреантов. В результате, общая модель ареалов присутствия в макрорегионе “Из Москвы в Санкт-Петербург” может быть определена как сетевая с более или менее сформированными узлами и буферными зонами внутригодовой флуктуации, задаваемой сезонной сменой рекреационных занятий и туристских модулей. Конфигурация, размерность и плотность ареалов присутствия (агрегированных точек геопривязанных фотографий) демонстрирует наличие выраженной трехуровневой иерархии. При необходимости специфическая туристско-рекреационная нагрузка на объекты интереса может быть выявлена посредством сопоставления (оверлея) обобщенной модели ареалов присутствия, дифференцированных по параметру плотности с соответствующими слоями ООПТ, акваторий озер и водохранилищ, долин малых рек и т.д.

В-третьих, использование геопривязанных фотографий с неполным стандартным набором метаданных пока не позволяет отделить поток внешних туристов от местных отдыхающих, а также поставить знак равенства между числом фотографий и числом рекреантов (ведь один турист может сделать их несколько в одном и том же месте). Фактически пока эти данные можно использовать как реальные, но не достаточно дифференцированные (по возможным параметрам) индикаторы туристско-рекреационной нагрузки. Перспективы использования больших данных в планировании туристско-рекреационной инфраструктуры и управлении отрасли связаны с установлением открытости (хотя бы частичной) соответствующих источников для исследователей и совершенствованием самих данных — добавлением дополнительных параметров и возможностью семантической дифференциации фотоизображений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антонов Е.В., Беляев Ю.Р., Битюкова В.Р., Бредихин А.В., Дехнич В.С., Еременко Е.А., Колдобская Н.А., Прусихин О.Е., Сафронов С.Г. Интегральная оценка антропогенного воздействия на Байкальской природной территории: методические подходы и типология муниципальных районов // Изв. РАН. Сер. геогр. 2023. Т. 87. № 3. С. 430–447.
<https://doi.org/10.31857/S2587556623030032>
- Антонов Е.В., Битюкова В.Р. Подходы к оценке антропогенного воздействия в муниципальных образованиях (на примере Байкальской природной территории) // Региональные исслед. 2023. Т. 80. № 2. С. 51–65.
<https://doi.org/10.5922/1994-5280-2023-2-5>
- Битюкова В.Р. Экономико-географическая оценка экологических последствий трансформации отраслевой структуры хозяйства регионов и городов России в 2000–2020 гг. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2022. Т. 86. № 3. С. 416–434.
<https://doi.org/10.31857/S2587556622030050>
- Воробьев А.Н. Большие данные в изучении локализации и мобильности населения // География и природные ресурсы. 2020. № 5. С. 203–207.
[https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5\(203-207\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5(203-207))
- Вострова Е.И. Большие данные как инструмент преобразований в туристической отрасли // Социально-гуманитарные знания. 2022. № 4. С. 157–164.
<https://doi.org/10.34823/SGZ.2022.4.518862>
- Грибок М.В. Геолокализированные фотографии в интернете как источник данных для географических исследований // Изв. РАН. Сер. геогр. 2020. Т. 84. № 3. С. 461–469.
<https://doi.org/10.31857/S2587556620030061>
- Землянский Д.Ю., Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. Экологическая емкость туристских территорий: подходы к оценке, индикаторы и алгоритмы расчета. М.: БАВТ, 2020. 102 с.
- Климанова О.А., Илларионова О.А., Климанов В.В. Природные туристские аттракторы в регионах России: методика анализа и пространственное распределение // Региональные исслед. 2023. № 2. С. 66–78.
<https://doi.org/10.5922/1994-5280-2023-2-6>
- Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А., Землянский Д.Ю. Концепция экологической емкости: современное содержание и алгоритм оценки для разных типов туристских территорий // Вестн. Санкт-Петербург. ун-та. Науки о Земле. 2021. № 66 (4). С. 806–830.
<https://doi.org/10.21638/spbu07.2021.409>
- Колбовский Е.Ю. Пространственный анализ в геоэкологии. М.: МГУ, 2022. 820 с.
- Колбовский Е.Ю. Экологический туризм и экология туризма. М.: Академия, 2011. 256 с.
- Колбовский Е.Ю., Медовикова У.А. Оценка эстетических свойств ландшафтов для управления территориями выдающейся культурно-исторической и природной ценности // Изв. РГО. 2016. Т. 3. С. 61–75.
- Мухина Л.И., Рунова Т.Г. О логике изучения географических аспектов взаимодействия в системе “население–хозяйство–природа” // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1977. № 4. С. 54–68.
- Радченко Т.А., Банникова К.А., Кочеткова Н.М. Развитие туристической геоаналитической информации как инструмент принятия решений // Вопросы гос. и муницип. управления. 2022. № 3. С. 193–218.
<https://doi.org/10.17323/1999-5431-2022-0-3-193-218>
- Тикунов В.С., Белозеров В.С., Антипов С.О., Супрунчук И.П. Социальные медиа как инструмент анализа посещаемости туристических объектов (на примере Ставропольского края) // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5: География. 2018. № 3. С. 89–95.
- Dunkel A. Visualizing the perceived environment using crowdsourced photogeodata // Landscape and Urban Planning. 2015. № 142. P. 173–186.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.022>
- Formica S., Uysal M. Destination attractiveness based on supply and demand evaluations: An analytical framework // J. of Travel Research. 2006. № 44 (4). P. 418–430.
<https://doi.org/10.1177/0047287506286714>
- Gatrell A.C., Bailey T.C., Diggle P.J., Rowlingson B.S. Spatial point pattern analysis and its application in geographical epidemiology // Transactions of the Institute of British Geographers. 1996. № 21. P. 256–274.
- Grekousis G. Spatial analysis methods and practice: Describe–Explore–Explain through GIS. NY: Cambridge Univ. Press, 2020. 535 p.
- Kadar B., Gede M. Where do tourists go? Visualizing and analysing the spatial distribution of geotagged photography // Cartographica. The Int. J. for Geographic Information and Geovisualization. 2013. Vol. 48. № 2. P. 78–88.
<https://doi.org/10.3138/carto.48.2.1839>
- Langemeyer L., Calcagnia F., Barya F. Mapping the intangible: Using geolocated social media data to examine landscape aesthetics // Land Use Policy. 2018. № 77. P. 542–552.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.05.049>
- O’Sullivan D., Unwin D. Geographic Information Analysis. John Wiley & Sons, 2010. 2nd Ed. 432 p.
- Openshaw S., Clark G. Developing Spatial Analysis Functions Relevant to GIS Environments / Spatial Analytical Perspectives on GIS / M. Fisher, H.J. Scholten, D. Unwin (Ed.). UK: Taylor & Francis Ltd., 2005. P. 24–44.
- Oyana T.J., Margai F. Spatial Analysis: Statistics, Visualization, and Computational Methods. CRC Press, 2015. 296 p.
<https://doi.org/10.1201/b18808>
- Ribeiro J.C., da Cruz Vareiro L.M. The Tourist Potential of the Minho–Lima Region (Portugal) / Visions for Global Tourism Industry: Creating and Sustaining Competitive Strategies. 2012. P. 339–356.
<https://doi.org/10.5772/38197>
- Yoshimura N., Hiura T. Demand and supply of cultural ecosystem services: use of geotagged photos to map the aesthetic value of landscapes in Hokkaido // Ecosystem Services. 2017. № 24. P. 68–78.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.009>

Tourist-Recreational Impact on the Moscow–St. Petersburg Macroregion: a Multi-Scale Assessment Using Big Data

E. Yu. Kolbowski^{a, b, *} and O. A. Klimanova^{a, **}

^a*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

^b*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

*e-mail: kolbowsky@mail.ru

**e-mail: oxkl@yandex.ru

The possibilities of using one of the varieties of Big Data – geolocalized photographs – as an objective indicator of the spatial distribution and intensity of tourist and recreational load within the macroregion “From Moscow to St. Petersburg” allocated within the framework of the State Program for Tourism Development are considered. The study uses an original geoinformation model assembled on the basis of freely distributed OpenStreetMap layers and photo points localized in space and time. It allows, on the one hand, to characterize the features of the placement of attractors (natural, cultural) and tourist and recreational infrastructure, on the other – to objectively assess the spatial distribution of the presence of tourists and recreants within the macroregion and describe the specifics of their intra-annual (seasonal) “attraction”. Aggregation of photography points into polygons, taking into account the differentiated clustering distance, made it possible to form areas of seasonal (summer, winter and spring-autumn) stay of tourists, as well as to get an idea of the minimum year-round and maximum episodic areas within the macroregion and individual areas exposed to the potential impact of tourists and recreants. The differences between the minimum and maximum areas of stay of tourists and recreants are proposed to be used to assess the effectiveness of the functioning of the industry in the areas of the macroregion. The obtained spatial areas and patterns of tourists’ presence open up opportunities for an objective assessment of the potential load on natural and cultural heritage sites. The uneven inclusion of both natural and cultural attractors in the sphere of tourism and recreation has been revealed, which leads to a situation where some objects of natural and cultural heritage experience significant industry pressure, while others remain almost or completely unaffected by the presence of tourists and recreants.

Keywords: geolinked foto, areas of presence, density of impact, tourist-recreational area, tourist-recreational impact, assessment

REFERENCES

- Antonov E.V., Belyayev Yu.R., Bitukova V.R., Bredikhin A.V., Dekhnich V.S., Eremenko E.A., Koldobskaya N.A., Prusikhin O.E., Safronov S.G. Integral assessment of anthropogenic impact on the Baikal natural territory: Methodological approaches and typology of municipal units. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2023, no. 3, pp. 430–447. (In Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S2587556623030032>
- Antonov E.V., Bitukova V.R. Approaches to the anthropogenic impact assessment at municipal level (the case of Baikal natural territory. *Reg. Issled.*, 2023, vol. 80, no. 2, pp. 51–65. (In Russ.).
<https://doi.org/10.5922/1994-5280-2023-2-5>
- Bitukova V.R. Environmental consequences of the transformation of the sectoral structure of the economy of Russian regions and cities in the post-Soviet period. *Reg. Res. Russ.*, 2022, vol. 12, pp. 96–111.
<https://doi.org/10.1134/S2079970522020022>
- Dunkel A. Visualizing the perceived environment using crowdsourced photogeodata. *Landsc. Urban Plan.*, 2015, no. 142, pp. 173–186.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.022>
- Formica S., Uysal M. Destination attractiveness based on supply and demand evaluations: An analytical framework. *J. Travel Res.*, 2006, vol. 44, no. 4, pp. 418–430.
- Gatrell A.C., Bailey T.C., Diggle P.J., Rowlingson B.S. Spatial point pattern analysis and its application in geographical epidemiology. *Trans. Inst. Br. Geogr.*, 1996, no. 21, pp. 256–274.
- Grekousis G. *Spatial analysis methods and practice: Describe – Explore – Explain through GIS*. New York: CUP, 2020. 535 p.
- Gribok M.V. Geotagged photos on the internet as a data source for geographic research. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2020, vol. 84, no. 3, pp. 461–469. (In Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S2587556620030061>
- Kadar B., Gede M. Where do tourists go? Visualizing and analysing the spatial distribution of geotagged photography. *Cartograph.: Int. J. Geogr. Inform. Geovisual.*, 2013, vol. 48, no. 2, pp. 78–88.
<http://doi.org/10.3138/carto.48.2.1839>
- Klimanova O.A., Illarionova O.A., Klimanov V.V. The geography of natural tourist attractors in Russia. *Reg. Issled.*, 2023, vol. 80, no. 2, pp. 66–78. (In Russ.).
<http://doi.org/10.5922/1994-5280-2023-2-6>
- Klimanova O.A., Kolbowski E.Yu., Illarionova O.A., Zemlyanski D.Yu. The concept of ecological carrying capacity: current state and algorithm of assessment for different types of tourist areas. *Vestn. S.-Peterb. Univ.: Nauki Zemle*, vol. 66, no. 4, pp. 806–830. (In Russ.).
<http://doi.org/10.21638/spbu07.2021.409>

- Kolbowski E.Yu. *Ekologicheskii turizm i ekologiya turizma* [Ecological Tourism and Tourism Ecology]. Moscow: Akademiya Publ., 2011. 256 p.
- Kolbowski E.Yu. *Prostranstvennyi analiz v geoekologii* [Spatial Analysis in Geoecology]. Moscow: Mosk. Gos. Univ., 2022. 820 p.
- Kolbowski E.Yu., Medovikova U.A. Evaluation of landscape aesthetic properties for the managing of areas of outstanding natural and culture-historical value. *Izv. RGO*, 2016, vol. 3, pp. 61–75. (In Russ.).
- Langemeyer L., Calcagnia F., Barya F. Mapping the intangible: Using geolocated social media data to examine landscape aesthetics. *Land Use Policy*, 2018, no. 77, pp. 542–552.
- Mukhina L.I., Runova T.G. On the logic of studying geographical aspects of interaction in the system “population-economy-nature”. *Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Geogr.*, 1977, no. 4, pp. 54–68. (In Russ.).
- O’Sullivan D., Unwin D. *Geographic information analysis*. John Wiley & Sons. 2010.
- Openshaw S., Clark G. Developing spatial analysis functions relevant to GIS environments. In *Spatial Analytical Perspectives on GIS*. Fisher M., Scholten H.J., Unwin D., Eds. Taylor & Francis Ltd, 2005, pp. 24–44.
- Oyana T.J., Margai F. *Spatial analysis: Statistics, visualization, and computational methods*. CRC Press, 2015.
- Radchenko T.A., Bannikova K.A., Kochetkova N.M. Tourism industry development: Geospatial data as a decision-making tool. *Vopr. Gos. Munits. Upravl.*, 2022, no. 3, pp. 193–218. (In Russ.).
<http://doi.org/10.17323/1999-5431-2022-0-3-193-218>
- Ribeiro J.C., da Cruz Vareiro L.M. The Tourist Potential of the Minho-Lima Region (Portugal). In *Visions for global tourism industry: Creating and sustaining competitive strategies*, 2012, pp. 339–356.
<http://doi.org/10.5772/38197>
- Tikunov V.S., Belozerov V.S., Antipov S.O., Suprunchuk I.P. Social media as a tool for the analysis of tourist objects (case study of the Stavropol krai). *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2018, no. 3, pp. 89–95. (In Russ.).
- Vorobyev A.N. Big data in the study of localization and mobility of the population. *Geogr. Prir. Resur.*, 2020, no. 5, pp. 203–207. (In Russ.).
- Vostrova E.I. Big data as a tool for transformation in the tourism industry. *Sots.-Gum. Znan.*, 2022, no. 4, pp. 157–164. (In Russ.).
<http://doi.org/10.34823/SGZ.2022.4.518862>
- Yoshimura N., Hiura T. Demand and supply of cultural ecosystem services: use of geotagged photos to map the aesthetic value of landscapes in Hokkaido. *Ecosyst. Serv.*, 2017, vol. 24, pp. 68–78.
<http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.009>
- Zemlyanski D.Yu., Klimanova O.A., Illarionova O.A., Kolbowski E.Yu. *Ekologicheskaya emkost' turistskikh territorii: podkhody k otsenke, indikatory i algoritmy rashcheta* [Ecological Capacity of Tourist Territories: Approaches to Assessment, Indicators and Calculation Algorithms]. Moscow, VAVT Publ., 2020. 102 p.

ЛЕСОТОРГОВОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РОССИИ: РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

© 2024 Н. А. Сینیцын^{1, *}, М. С. Елютин^{1, **}, А. С. Коротков^{2, ***},
А. О. Кушлевич^{1, ****}, Р. Р. Меняльщикова^{1, *****}, Д. С. Русаков^{1, *****}

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

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

*e-mail: nicksinus@yandex.ru

**e-mail: mikhail.elyutin@student.msu.ru

***e-mail: korotkov.andrey@geogr.msu.ru

****e-mail: artem.kushlevich@yandex.ru

*****e-mail: roman.menyalschikov@yandex.ru

*****e-mail: d_c_rusakov@mail.ru

Поступила в редакцию 27.06.2022 г.

После доработки 15.02.2024 г.

Принята к публикации 14.03.2024 г.

Для сетевого анализа лесной отрасли России использованы данные единой государственной автоматизированной информационной системы учета древесины по торговле лесоматериалами между отдельными предприятиями за 2020 г. Цель исследования — выделить и охарактеризовать кластеры лесной промышленности России. Разработана методика кластеризации графа, состоящая из двух шагов: сначала выполняется кластеризация алгоритмом Лейдена, затем каждый лейденский кластер кластеризируется еще раз с помощью укладки Фрюхтермана—Рейнгольда. Это позволяет решить проблему масштаба, свойственную алгоритмам на основе оптимизации модулярности. Предложен подход для снятия неопределенности результатов кластеризации недетерминированных алгоритмов. Выделенные кластеры имеют высокую замкнутость — в среднем 89% оборота их предприятий сосредоточено внутри каждого из них. Модулярность кластеризации высокая — 0.86. При нанесении кластеров на карту в разрезе населенных пунктов формируются ареалы поселений, принадлежащих одному и тому же кластеру — лесоторговые районы. Обычно они имеют хорошо читаемые границы, часто совпадающие с границами регионов. Выделены пять типов сетевых структур кластеров: вертикальная моноцентрическая, вертикальная полицентрическая, горизонтальная, дендритная и простая. Выделены три фактора формирования кластеров: производственная цепочка (лесопильная, фанерная, целлюлозная, плиточная), сбытовая цепочка (перераспределение в рамках кластера, аккумуляция для экспорта или для продажи в другой кластер, спекуляция), наличие общего собственника у группы предприятий кластера.

Ключевые слова: районирование, сетевой анализ, экономические кластеры, Россия, лесная промышленность, кластеризация графа

DOI: 10.31857/S2587556624020083, **EDN:** DSVJXG

ВВЕДЕНИЕ

С 2015 г. в России функционирует Единая государственная автоматизированная информационная система (ЕГАИС) “Учет древесины и сделок с ней”¹, из которой взята информация по торговым сделкам между компаниями лесной промышленности. Это новый источник данных — методики анализа не разработаны, потенциал не понятен. Наличие информации в разрезе отдельных предприятий позволяет анализировать экономические связи на максимально детальном уровне. Цель исследования —

понять, распадаются ли предприятия отрасли на отдельные группы, внутри которых связи более интенсивны, чем с внешним окружением. Если такие группы удастся выделить — нанести их на карту. Тем самым выявляется — согласуется ли близость в пространстве производственных связей с географической концентрацией на территории страны. При выполнении этого условия допустимо рассматривать группы предприятий как лесоторговые районы. По классификации Б.Б. Родмана (1999) это будут коннекционные районы коммуникационного типа, для выделения которых достаточно только анализа связей.

¹ <https://lesegais.ru/open-area/deal> (дата обращения 30.07.2024).

Важно проанализировать лесоторговые районы с точки зрения логики работы лесной промышленности — имеют ли они адекватное содержание, которое объясняется с точки зрения технологических, экономических и географических процессов. Важно выделить факторы формирования групп предприятий, провести их типологию. Группировка предприятий по данным о производственных связях на уровне отдельных компаний позволит более строго подойти к выделению экономических кластеров.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В современной социально-экономической географии выделяются два представления о территориальных структурах в промышленности — территориально-производственные комплексы (ТПК) и кластеры (табл. 1). ТПК — “взаимообусловленное (соподчиненное) сочетание производственных предприятий и селитьбы (населенных мест) либо на ограниченной территории (локальные комплексы), либо на территории экономического района или подрайона (районные комплексы)” (Колосовский, 1969, с. 142; 2006). Кластер — “группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связан-

ных с ними организаций, действующих в определенной сфере, характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга” (Портер, 2005, с. 258).

Первые работы по экономической кластеризации в России — районирование хлебной торговли конца XIX — начала XX в. Детальные данные позволяли выделять районы по связям между отдельными предприятиями, станциями и пристанями. Такой подход ближе к нашему исследованию, чем более поздние советские районирования, когда авторы часто не имели подробной информации. В.И. Чаславский (1873), вероятно, первый разделил хлебопроизводящие районы Центральной России и Черноземья на три части по принципу основного направления вывоза зерна — тяготеющие к Москве и Санкт-Петербургу, к Риге, к Нижнему Новгороду и Рыбинску. Д.И. Рихтер (1903) выделил на территории Российской империи для Совета съездов русских мукомолов 16 районов. Каждый из них объединяет мельницы с одинаковым рынком сырья и сбыта.

Ключевая работа по промышленному районированию в дореволюционной России — “Торговля и промышленность Европейской России по районам” В.П. Семенова Тянь-Шанского. Тер-

Таблица 1. Сравнительная характеристика ТПК и кластеров

Характеристика	ТПК	Кластер
Экономическая система	Плановая	Рыночная
Структурная основа	“Решетка” района	Форма сети района
Появление	Целенаправленно	Стихийно
Цель/эффект от существования	Комплексность районного хозяйства, рациональное сочетание производительных сил	Конкурентная борьба, повышение производительности, определение направлений и интенсивности организации нового бизнеса, внедрение инноваций
Конкуренция	Нет	Есть
Кооперация	Есть	Есть
Особенности отраслевого состава	Преобладание промышленности	Произвольный
Размер предприятий	Произвольный	Произвольный
Территориальный размер	До экономического района	От одного города или региона до страны или нескольких стран
Роль связей между предприятиями в сравнении с географической близостью	Определяющая	Определяющая, но допускаются оговорки
Роль государственной политики	ТПК — результат реализации советских экономических планов, но, часто побочный	Правительство должно способствовать разрастанию имеющихся и возникающих кластеров, а не пытаться создавать совершенно новые

ритория разделялась на 1065 районов по принципу тяготения к крупным торговым и промышленным пунктам с оборотом не менее 50 тыс. рублей. В одной зоне тяготения может быть несколько районов, если есть различия в структуре экономики разных частей зоны (Торговля ..., 1900).

А.Е. Пробст (1939) нанес на карту районы потребления угля в СССР. Исследуя его перевозки по железной дороге, он выделил на территории страны ареалы, куда поставляется уголь из одного и того же бассейна. И.И. Белоусов (1958) занимался визуализацией графов перевозок важнейших железнодорожных грузов, в том числе круглого леса и пиломатериалов вручную на бумаге. Однако, вершинами в его графах были не отдельные предприятия или железнодорожные станции, а энерго-производственные районы Н.Н. Колосовского.

Сегодня инструменты анализа данных позволяют более строго и точно подойти к узловому районированию по торговым связям. Этому способствуют большие массивы открытых экономических данных. За рубежом есть несколько современных работ, где применяется кластеризация графа экономических связей.

П. Валерио с соавторами (Valerio et al., 2020) на примере продажи живых животных (козы, овцы, ослы) между странами Западной Африки составили граф, где узлы – скотные рынки, ребра – факт продажи живых животных, объем продаж – вес ребра. Источник данных – CILSS (2013–2017 гг.). С помощью алгоритма жадной

оптимизации модулярности были выделены два типа торговых кластеров: внутривосточные и межвосточные.

Я. Хи с соавторами (He et al., 2021) изучали распространение некачественных продуктов в Китае с 2014 по 2019 г. Использовалась база данных результатов проверок безопасности пищевых продуктов, в которых у проверяемых партий указана точка отправления и пункт назначения. Это близкая к случайной выборка из пищевой промышленности Китая. Вершины графа – города, ребра – наличие торговли между производителем и дистрибьютором некачественных продуктов. Выделено 13 кластеров, большинство из которых формируется вокруг городов (Чжэнчжоу, Пекин, Чунцин и др.), имеющих наиболее высокую центральность в графе. Кластеры часто находятся в пределах одной или нескольких провинций, причем их границы совпадают с административными рубежами.

Кластеризацию графов используют не только в экономической, но и в социальной географии (табл. 2). Диапазон тем для исследования весьма широк – виртуальное общение, телефонные разговоры, миграции, научные связи, интеллектуальная собственность.

Исходные детальные данные обычно агрегируют. Часто рассматривают графы, где вершины – города, но, например, не отдельные пользователи соцсети. Это позволяет снизить размер данных – вершин и ребер в графе становится намного меньше, расчеты выполняются

Таблица 2. Примеры кластеризации графов в социальной географии

Источник данных	Вершина графа	Вес ребра в графе	Алгоритм кластеризации	Ссылка
Венгерская соцсеть iWiW	Города	Число дружеских связей между пользователями двух городов	Лувена	Lengyel et al., 2015
Обзор пригородных маятниковых миграций (ACS)	Переписной район	Число поездок на работу между двумя переписными районами	Визуально, Комбо	Dash and Rae, 2016
Сообщества социальной сети “ВКонтакте”	Крупные села Тверской области, Москва, Санкт-Петербург, Тверь	Доля подписчиков в виртуальном сообществе села из Твери, Москвы или Санкт-Петербурга	Визуально	Смирнов и др., 2019
Домашние телефонные звонки в Великобритании	Центры ячеек 9.5 × 9.5 км, на которые разбита страна	Продолжительность переговоров в часах между абонентами из пары ячеек	Оптимизация модулярности	Ratti et al., 2010
Базы научного цитирования	Страны и/или города	Число совместных публикаций	Визуально	Leydesdorf, 2013; Olechinka et al., 2018
База данных WIPO	Города	Число совместных патентов	Визуально	World ..., 2019

быстрее, меньше требуется вычислительных ресурсов. Зачастую агрегирование требует постановка задач исследования. Если граф небольшой или его можно отразить на карте, то кластеры иногда выделяют визуально. При машинной кластеризации чаще всего используются алгоритмы на основе оптимизации модулярности. Самый популярный из них — алгоритм Лувена. Многие исследователи выявляют, насколько полученные кластеры соответствуют местной сетке административно-территориального деления. Очень близки к границам регионов и медье кластеры дружбы пользователей, выделенные в венгерской соцсети iWiW. Похожи на ячейки уровня NUTS2 кластеры телефонных переговоров Великобритании. Кластеры маятниковых миграций в США существенно отличаются от штатов и графств. Выделяется два типа сетевых структур графа: вертикальные и горизонтальные. Например, в США, Германии, Республике Корея, Англии, Индии внутренние связи патентной активности распределены равномерно между основными центрами НИОКР. Во Франции, Испании, Японии вертикальная структура связей — они концентрируются в столицах государств.

Граф — удобная абстракция для исследования сетевых структур. В настоящей работе также используется кластерный анализ графа.

ДАННЫЕ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Важнейший источник данных настоящего исследования — ЕГАИС учета древесины, в которую обязаны предоставлять информацию о сделках юридические лица и индивидуальные предприниматели, торгующие древесиной. Часть данных открыта: номер сделки, ИНН и название продавца и покупателя, дата и объем сделки в м³. Вид торгуемой продукции в открытом доступе отсутствует. Подлежат декларированию лесоматериалы (необработанные бревна) и пиломатериалы (доски, брусья). Не подлежат декларированию фанера, древесные плиты, целлюлоза и бумага, щепа и стружка, пеллеты и брикеты, клееные деревянные конструкции.

Мы использовали информацию о сделках за 2020 г. и, вероятно, за предыдущие годы (точно сказать нельзя). Существуют сделки с открытой датой, в которые можно приплюсовывать новые объемы торговли, чтобы каждый раз не оформлять новую декларацию². Такие сделки мы называли плавающими — при поставках новых партий их объем складывается с уже накопленным, а дата обновляется, сделки постоянно обновляют свою дату, как бы “молодеют”. Плавающие сделки

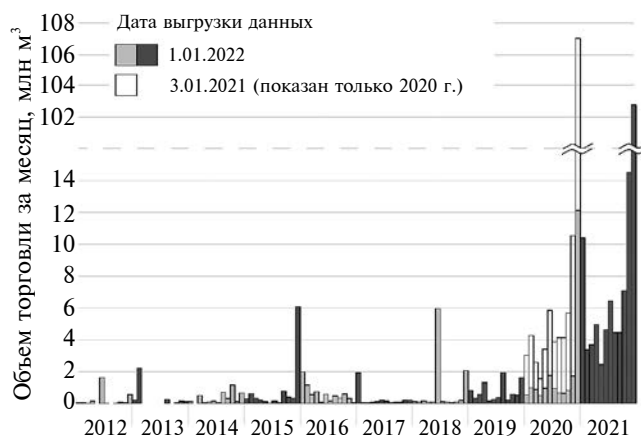


Рис. 1. Динамика торговли древесиной в России по данным ЕГАИС учета древесины.

актуальны для компаний, имеющих стабильное долгосрочное сотрудничество. В исследовании использована выгрузка на 3 января 2021 г. Были отобраны те сделки, у которых дата относилась к 2020 г., среди них есть плавающие сделки из предыдущих лет, поэтому нельзя обозначить временные рамки исследования строго 2020 г. Для кластеризации это неплохо — долговременные постоянные торговые связи будут дополнительно выявлены. Долю объемов плавающих сделок можно оценить на рис. 1 — порядка 3/4 всех объемов “уплыли” за год из 2020 в 2021 г. Пики в декабре, возможно, связаны с тем, что компании предпочитают по каким-то причинам ограничивать плавание сделки в конце года и в новом году открывать новую. Схожая причина у некоторых пиков в конце полугодия или квартала.

В ЕГАИС учета древесины у сделки указано два значения — задекларированный объем со стороны продавца и покупателя, так как по закону³ подавать декларацию в ЕГАИС обязаны обе стороны. Мы пользовались объемами, указанными продавцом — они более полные (сумма по ним больше, чем по объемам, указанным покупателем). Иногда покупатели не декларируют объем сделки, хотя бывает и наоборот, но намного реже. Много сделок (порядка половины), где задекларированы нулевые объемы. Судя по всему, это сделки, которые не были завершены, хотя обе стороны собирались это сделать.

Для каждого предприятия из данных ЕГАИС учета древесины по ИНН были получены данные ЕГРЮЛ (реестр юридических лиц) или ЕГРИП (реестр индивидуальных предпринимателей) с сайта ФНС⁴ в виде pdf-документов. Из pdf-выписок были взяты адрес, код ОКВЭД основного вида деятельности, а также собствен-

² <https://lesega.ru/pomosh-i-podderjka> (дата обращения 07.04.2022).

³ Статья 50.6 Лесного кодекса Российской Федерации.

⁴ <https://egrul.nalog.ru/> (дата обращения 07.04.2022).

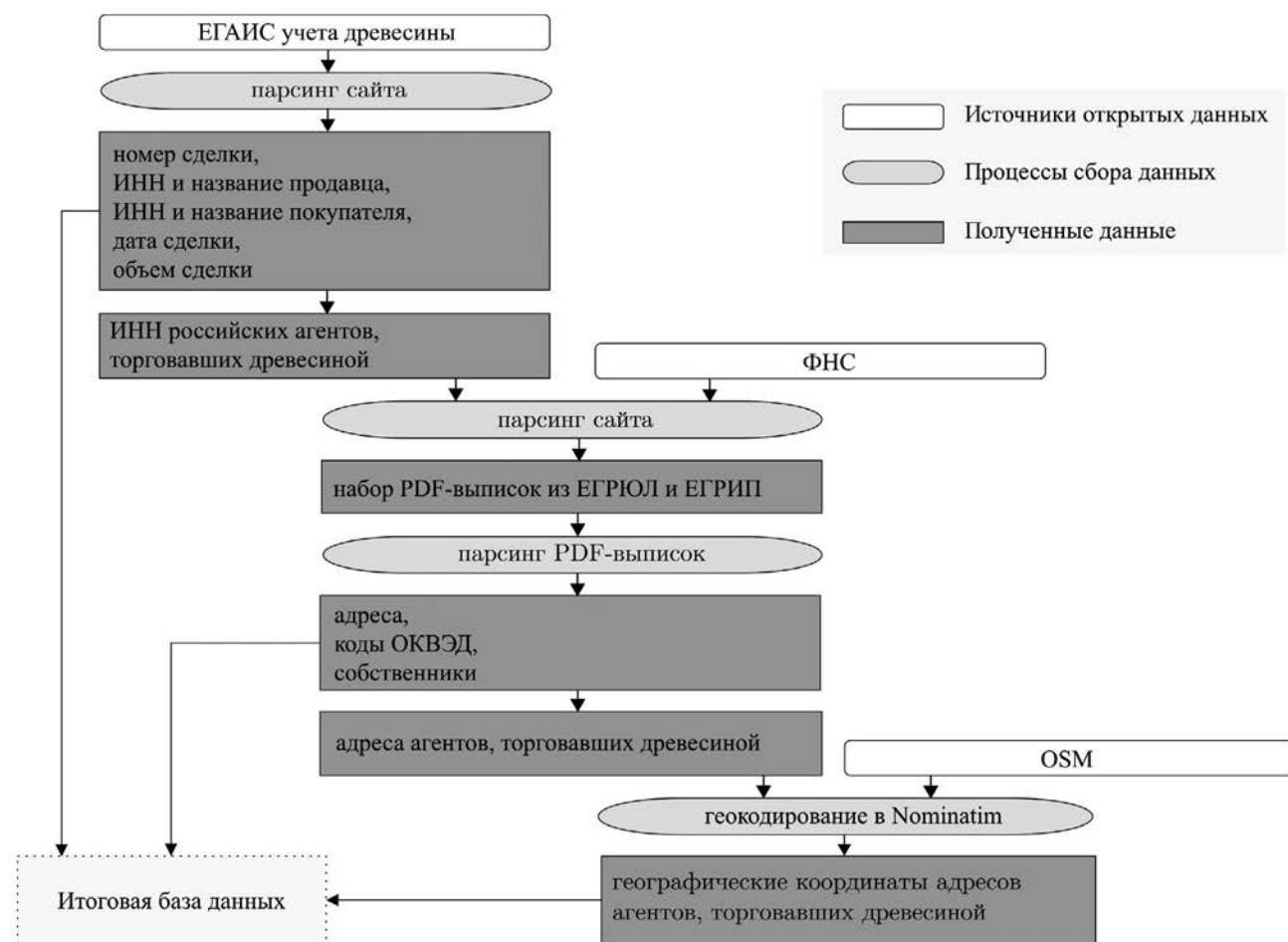


Рис. 2. Схема сбора данных.

ники предприятий. Для всех адресов было выполнено геокодирование⁵ в OSM Nominatim⁶. Общая схема сбора информации показана на рис. 2. Парсинг⁷ сайтов выполнен с помощью инструмента для автоматизации браузера Selenium через обращение к элементам html-разметки сайтов на языке XPath. Для чтения pdf-выписок был написан скрипт, собирающий нужную информацию в тексте по определенным маркерам.

Таблица сделок ЕГАИС учета древесины — это граф, заданный в табличной форме, где каждая строка — ребро. Чтобы не было нескольких ребер между двумя одинаковыми вершинами, взята сумма всех сделок между одной и той же парой компаний, если они задекларировали несколько сделок (не все пользуются плавающими сделками). Вершины в графе — это продавцы и покупатели древесины. Вес ребра — объем сделки в м³. Для понимания логики представления таблицы в виде графа можно сравнить табл. 3 и рис. 3. В реальном графе для идентификаторов вершин использовались не названия

предприятий, а ИНН (поскольку названия часто заполняются с ошибками). Были исключены сделки с нулевыми объемами, а также экспортные и импортные. В итоге сформирован граф, где примерно 16 тыс. вершин (агентов) и около 26 тыс. ребер (сделок).

Было опробовано более 20 разных вариантов методики кластеризации. Для сравнения использовались три критерия: замкнутость кластеров (доля внутрикластерного оборота предприятий кластера от общероссийского оборота), модулярность кластеризации (это показатель корректности деления граф на предлагаемый вариант кластеризации), соответствие содержания кластеров экономическим процессам лесной промышленности. Итоговый вариант — комбинация из нескольких алгоритмов, ключевые из которых — алгоритм Лейдена (Traag et al., 2019) и укладка Фрюхтермана–Рейнгольда (Fruchterman and Reingold, 1991) (рис. 4).

Алгоритм Лейдена — способ кластеризации графа на основе оптимизации функции модуляр-

⁵ Геокодирование — процесс перевода текстового адреса в географические координаты.

⁶ <https://nominatim.openstreetmap.org/> (дата обращения 30.07.2024).

⁷ Парсинг — автоматизированный сбор данных.

Таблица 3. Граф в табличной форме

Продавец	Покупатель	Объем сделки, м ³
ООО “Толстое бревно”	ЗАО “Длинная доска”	1000
ООО “Толстое бревно”	ПАО “Честный купец”	100
ЗАО “Длинная доска”	ИП Дуболомов	200
ЗАО “Длинная доска”	ФГБУ “Уютный барак”	800

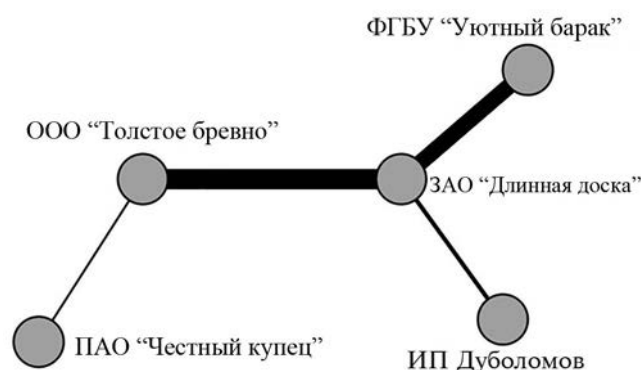


Рис. 3. Визуализация графа табл. 3 (толщина ребер пропорциональна объему сделки).

ности. Он разработан в 2019 г. на базе алгоритма Лувена (2008 г.), который, в свою очередь, потомок алгоритма быстрой жадной кластеризации (2004 г.). Рассмотрим работу алгоритма на основе оптимизации модулярности на примере алгоритма Лувена — он весьма похож на алгоритм Лейдена и проще для изложения.

Модулярность двух вершин в невзвешенном графе — разность реального числа ребер между парой вершин и ожидаемого числа ребер между ними в случайном графе с таким же распределением степеней вершин. Модулярность графа — сумма модулярностей каждой пары вершин (1), между которыми есть ребра.

$$Q = \frac{1}{2m} \cdot \sum_{vw} \left(A_{vw} - \frac{k_v \cdot k_w}{2m} \right), \quad (1)$$

где m — число ребер в графе, vw — пара вершин, связанных ребром, A_{vw} — число ребер между парой вершин (как правило, равно 1), k_v — число ребер, связанных с вершиной v , k_w — число ребер, связанных с вершиной w . Вычитаемое в формуле (1) — вероятность появления ребра между рассматриваемыми вершинами.

Модулярность можно рассчитывать и для нескольких кластеров, состоящих из множества вершин. Кластеры рассматриваются как вершины с ребрами-петлями, чей вес равен удвоенной сумме числа внутрикластерных ребер. Вес соединяющего ребра равен числу ребер, соединяющих вершины двух кластеров. В случае взвешенного графа число ребер заменяется на сумму их весов.

Модулярность используют для оценки уровня выраженности кластеров всей кластеризации графа. Она меняется от -1 до 1 . Если модулярность ближе к 1 , то кластеры хорошо выражены, ребра графа концентрируются внутри кластеров.

На первом шаге работы алгоритма Лувена каждая вершина является самостоятельным кластером. Каждый шаг состоит из двух этапов. На первом этапе каждую пару вершин, соединенных ребром, пробуем объединить в один кластер — рассчитываем приращение модулярности от объединения. Среди всех вариантов объединения выбираем для вершины тот, где приращение модулярности будет максимальным и положительным. Если положительных приращений нет, то объединения не происходит. Наборы вершин, которые нужно объединить, становятся предварительными кластерами. На втором этапе выполняем пересборку графа: превращаем предварительные кластеры в вершины с ребрами-петлями, чей вес равен удвоенной сумме числа внутрикластерных ребер. Новые вершины соединяем ребрами с весом, равным числу межкластерных ребер. Алгоритм заканчивает работу на том шаге, когда все рассчитанные приращения модулярности получаются отрицательные.

Кластеризация невзвешенного графа с помощью алгоритма Лувена показана на рис. 5, где при расчете приращения модулярности разность не умножается на $1/2m$ — это не влияет на относительные различия значений и не приводит к смене знаков.

Работа алгоритма Лейдена несколько сложнее. Во-первых, в нем есть третий этап — уточнение промежуточных кластеров. Во-вторых, в нем оптимизирован порядок расчета приращения модулярности, и алгоритм Лейдена работает быстрее. При его использовании выделенные кластеры являются в определенном смысле оптимальными, а также внутренне связанными.

Применение алгоритма Лейдена, как и других алгоритмов на основе оптимизации модулярности, связано с проблемой разрешающей способности: некоторые мелкие и средние кластеры он объединяет в более крупные. Для решения этого вопроса каждый лейденский кластер мы кластеризовали еще раз с помощью силовых алгоритмов укладки графов. Работа этих алгоритмов основана на имитации действия физических сил. Представим, что вершины гра-

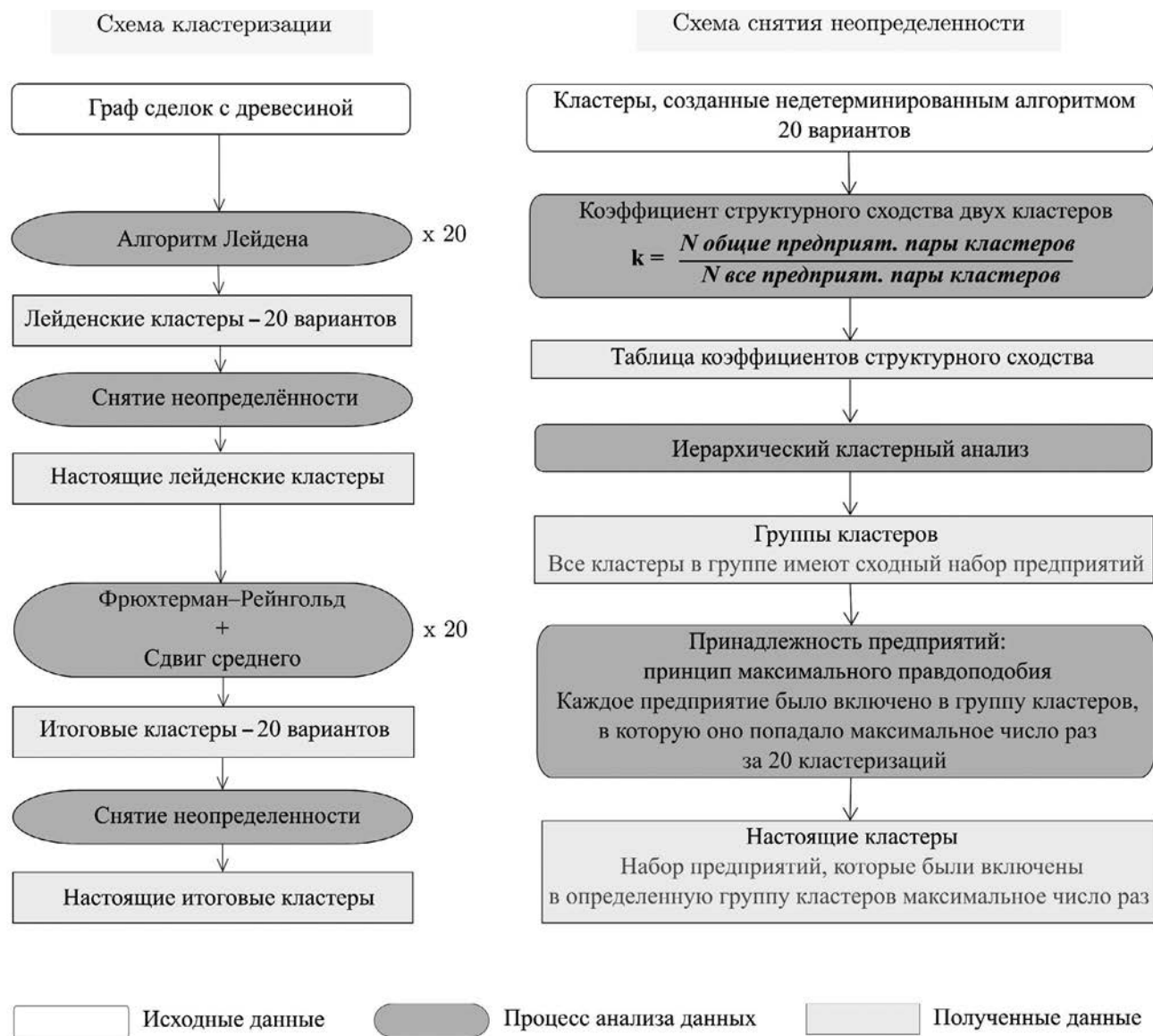


Рис. 4. Методика кластеризации.

фа – это стальные шары с одинаковыми электрическими зарядами одного знака. Те шары-вершины, между которыми есть ребра, соединяются пружинами. Затем все шары раскладывают на какой-нибудь ограниченной плоскости в случайном порядке, при этом положение каждого шара жестко фиксируется. После того, как все шары разложены, их отпускают, вся система сразу приходит в движение. Вершины, которые связаны ребрами-пружинами, будут притягиваться друг к другу и образовывать скопления – кластеры. Несвязанные вершины станут отталкиваться за счет электростатических сил, которым нечего противопоставить, когда нет ребра.

Для извлечения кластеров с укладки мы использовали довольно простой алгоритм плотностной кластеризации – сдвиг среднего (Fukunaga and Hosteler, 1975). Обычно укладка

графа применяется для визуализации, но вместе со сдвигом среднего это и неплохой инструмент выделения кластеров.

Алгоритм Лейдена и укладка Фрюхтермана–Рейнгольда – недетерминированные – при запуске алгоритма с теми же настройками на тех же данных результаты могут немного отличаться в деталях. В нашем случае это приводило к тому, что разные кластеры то объединялись, то делились на части. Например, иногда Смоленский и Брянско-Калужский кластеры сливались друг с другом, а Костромской, наоборот, порой делился на две части. За истинный вариант мы принимали наиболее часто встречающийся. Например, если из 10 запусков Костромской кластер делится на части 3 раза, но остается целым 7 раз – он все-таки будет считаться целым. Для снятия

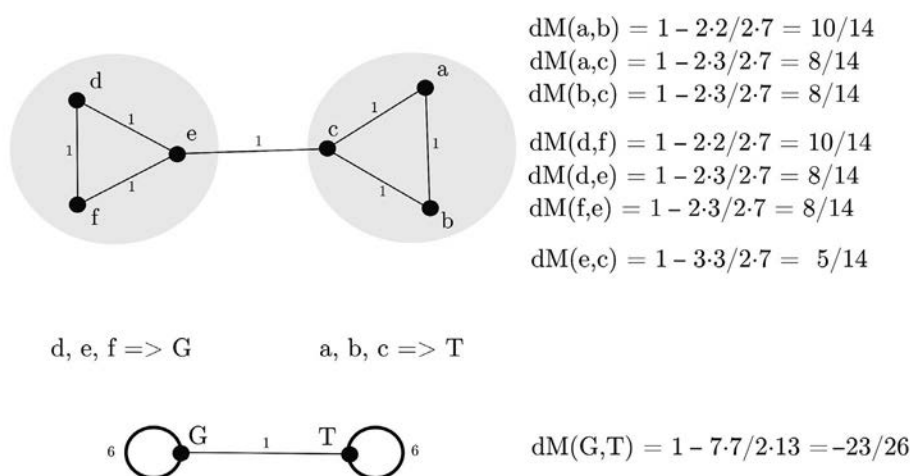


Рис. 5. Алгоритм Лувена.

этой неопределенности был разработан специальный подход:

— запустить алгоритм кластеризации несколько десятков раз;

— посчитать коэффициент структурного сходства между всеми кластерами всех запусков (рис. 6);

— выделить с помощью иерархической кластеризации группы кластеров со сходным составом;

— отнести каждую вершину графа к той группе кластеров, куда она входила максимальное число раз.

В качестве коэффициента структурного сходства между двумя кластерами мы использовали расстояние Жаккара — отношение числа общих предприятий для обоих кластеров ко всему числу предприятий в этих кластерах.

Алгоритм Лейдена запускался 20 раз подряд, кластеризация лейденских кластеров — 50 раз подряд. Лучше запустить как можно больше раз

подряд, но матрицы расстояний получаются слишком большими для иерархического кластерного анализа. По этой же причине каждый раз брались 200 крупнейших леденских кластеров. Остальные несколько сотен кластеров — это небольшие группы из нескольких предприятий, обычно полностью изолированных от основной части компаний. После 20 запусков Лейденского алгоритма и снятия его неопределенности взяты 100 крупнейших кластеров. Для каждого из этих кластеров 50 раз запустили укладку и сдвиг среднего с последующим снятием неопределенности, в итоге получилось 246 кластеров. Мы анализировали в своей работе 100 крупнейших из них — 95% всей суммы исходных сделок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При работе с кластерами удобно пользоваться двумя видами оборотов. Внутрикластерный оборот кластера — сумма сделок между предприятиями внутри кластера. Внутривосский оборот кластера — сумма внутрикластерных и межкластерных сделок, в которых участвовали предприятия кластера. Важнейший формальный показатель уровня кластеризации с точки зрения торговли — замкнутость кластера, т.е. отношение внутрикластерного оборота к внутривосскому. Чем выше замкнутость, тем лучше выражены и очерчены выделенные кластеры, ведь сложно назвать кластером группу предприятий с замкнутостью в 50–60% или менее. Ключевой показатель уровня кластеризации с точки зрения геометрической структуры сети — модулярность, которая показывает, насколько ребра концентрируются внутри кластеров.

Весь исходный объем сделок (153.3 млн м³) составляет примерно 62% от всей заготовленной древесины (219 млн м³) и произведенных пи-

		Кластеризация 1		Кластеризация 2	
		Клас-тер 1	Клас-тер 2	Клас-тер 1	Клас-тер 2
Кластеризация 1	Клас-тер 1	1	0	0.9	0.1
	Клас-тер 2		1	0.2	0.8
Кластеризация 2	Клас-тер 1			1	0
	Клас-тер 2				1

Рис. 6. Пример таблицы коэффициента структурного сходства (две кластеризации, в каждой два кластера).

Таблица 4. Основные показатели кластеризации

Показатель	Значение, млн м ³ (%)
Вся исходная сумма сделок	153.3
Вся исходная сумма сделок без экспорта	111.3 (100%)
Внутрироссийский оборот 264 кластеров	108 (97%)
Внутрироссийский оборот 100 крупнейших кластеров	105.9 (95%)
Внутрикластерный оборот 100 крупнейших кластеров	94.8

ломатериалов (29 млн м³) за 2020 г., хотя такое сравнение не вполне корректно из-за наличия плавающих сделок прошлых лет. Реальная доля торгуемой древесины от всех лесоматериалов и пиломатериалов, произведенных за год, вероятно, составляет первые десятки процентов (до половины).

В процессе снятия неопределенности при кластеризации из 111.3 млн м³ сделок были потеряны 3% оборотов, при отборе 100 крупнейших кластеров из 264 получившихся — еще 2%. В итоге детально проанализировано 95% исходных данных, на которых создавался граф (табл. 4).

Средняя замкнутость кластеров высока — 89%, почти все торгуемые объемы замкнуты внутри выделенных групп, среди сотни крупнейших нет ни одного, чья замкнутость была бы ниже 70%. Модулярность тоже имеет высокое значение — 0.86.

Всего выделено 246 кластеров. Самый крупный имеет размер — 9.6 млн м³. Средний размер среди 100 крупнейших — 1.05 млн м³, медиана — 0.26 млн м³ (указаны внутрироссийские обороты).

Территориальная структура лесоторговых кластеров России состоит из трех крупных ареалов — Европейского, Сибирского и Дальневосточного (рис. 7а). Крупнейшие по обороту кластеры расположены на северо-западе России, у них самая низкая замкнутость. Все кластеры Восточной Сибири имеют крайне высокую замкнутость, по размеру несколько меньше европейских. Дальневосточный ареал самый маленький. Есть еще совсем небольшой ареал на северном Кавказе, он в статье не рассматривается.

Кластеры на карте действительно образуют довольно хорошо очерченные ареалы из населенных пунктов — лесоторговые районы (рис. 7б). Их границы часто совпадают с границами регио-

нов, хотя и не всегда точно. Один кластер может объединять два или три региона вместе, а бывает, наоборот, регион состоит из нескольких кластеров.

В Карелии представлено 2 кластера. На севере расположен кластер крупнейшего лесопромышленного холдинга России — компании “Сегежа Групп” (ключевое предприятие — “Сегежский ЦБК”). На юге республики — группа между Ладожским и Онежским озерами, сложившаяся вокруг нескольких крупных лесопилок (“Соломенский лесозавод”, “Сортавальский лесозавод”, “Шуялес”, “Сетлес”) и их лесозаготовителей.

Важнейший кластер в границах Архангельской области образуют в первую очередь предприятия холдинга “ПКП Титан” (основные активы — “Архангельский ЦБК” и “Лесозавод 25”).

Лесная промышленность Ленинградской и Вологодской областей тесно связаны. Крупнейший кластер Санкт-Петербурга (рыжий⁸) относится к нему формально — в нем зарегистрирована «Группа “Илим”». Реально ключевой кластер Санкт-Петербурга и всего северо-запада — синий. Это очень плотно связанная горизонтальная сетевая структура, где важнейшую роль играют огромные оптовые торговцы древесиной (“ЛесТрейд-Экспорт”, “Рослеском”, “Стрит”, “Лесная Рапсодия”, “ЮПМ-Кюммене”), собирающие лес со всего северо-запада России на экспорт и для крупных российских производств. На карте заметна концентрация мелких и средних лесозаготовительных и торговых предприятий этого кластера к крупнейшим железным дорогам. Важнейший кластер Ленинградской области сформировался вокруг компании “Интернешнл Пейпер” (Светогорский ЦБК). Этот кластер имеет “филиал” в Вологодской области, самые большие поставщики балансов Светогорского ЦБК находятся в этом регионе: «Группа компаний “Белая Сосна”», “Череповецлес”, “Вологодский лес”. В восточной половине Вологодской области расположен кластер “Группы Илим”. Сибирские ЦБК этой компании практически не закупают на стороне древесину. ЦБК в Коряжме имеет обширные связи, собирая древесину у сотен мелких и средних компаний, расположенных на стыке Вологодской, Архангельской, Кировской областей и в Республике Коми. Собственно вологодский кластер занимает совсем небольшую площадь, хотя оборот у него велик. Важнейшую роль в нем играют компании двух комплексных холдингов: “Вологодские лесопромышленники” и “Альтернатива”.

Кластер Республики Коми состоит из двух частей. На территории региона находится основная часть, сформированная вокруг ЦБК “Монди СЛПК” и крупных сыктывкарских

⁸ Здесь и далее — цвета пунсонов на рис. 7.

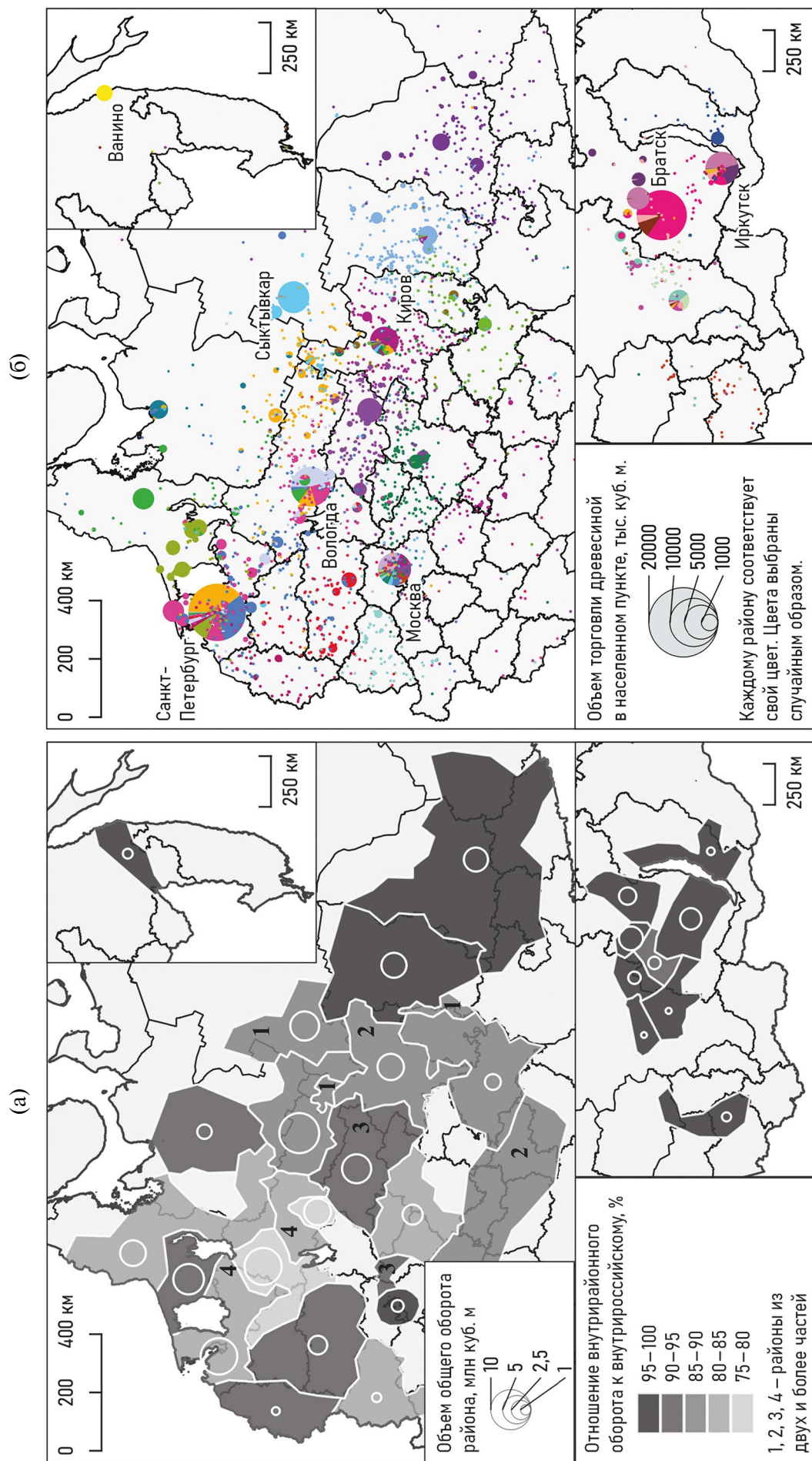


Рис. 7. Размер и замкнутость крупнейших лесоторговых кластеров в России (а), структура оборота древесины населенных пунктов по крупнейшим лесоторговым кластерам России (б), 2020 г.

лесопилок. Другая его часть, расположенная в Подосиновском районе Кировской области, состоит из множества небольших компаний, среди которых можно выделить “Демьяновский завод ДВП”. Обе части соединяет Жешартский ЛПК — крупный производитель фанеры и древесных плит. Интересно, что обе части относительно изолированы как на графе связей, так и на карте.

В южной половине Псковской области расположен кластер холдинга «ИФК “Нева”». Это проект комплексного освоения лесов (заготовка, лесопиление, трейдер), организованный компанией GS Group (владелец — А. Ткаченко) в рамках диверсификации бизнеса. Ключевые активы GS Group расположены в Гусеве (Калининградская область) — производят микроэлектронику. А. Ткаченко — вероятный собственник компании “Триколор-ТВ” (крупнейший оператор спутникового ТВ в России).

Это максимально нестандартный пример диверсификации бизнеса, когда из микроэлектроники ушли в лесную промышленность, причем очень успешно — тот, кто делает жесткие диски и печатные платы теперь структурирует лесную промышленность целого региона.

В кластере Тверской области большую роль играет лесозаготовительный холдинг “Новая транспортная компания”. Важный узел — компания “СТОД” — самый большой производитель LVL-бруса в России.

Смоленский кластер имеет два выдающихся центра — “Эггер Древпродукт Гагарин” (древесные плиты) и “Смоленский ДОК” (фанера). Производство фанеры и плит — основная отрасль специализации кластера.

Кластер Костромской области можно разделить на две части. Предприятия восточной части региона тяготеют к фанерному комбинату “Свежа Мантурово” и особенно к огромному плиточному заводу “Свисс Крона” (швейцарский капитал) в Шарье. Компании западной части больше связаны с фанерным комбинатом “Свежа Кострома” и десятком других относительно крупных фирм.

Нижегородская, Ивановская и Владимирская области входят в один большой кластер. Нижегородская его часть — вертикальная конструкция, где доминирует ЦБК “Волга”, расположенный в Балахне. Владимирско-Ивановская часть — горизонтальная, основное ее предприятие — “Эггер Древпродукт Шуя” (производство древесных плит), а также несколько крупных лесопилок.

Кластер Кировской области — очень плотно связанная горизонтальная структура. Отраслевая структура сбалансированная, ярко выраженных центров нет. Среди ключевых компаний — “Алмис” (лесопиление), “Красный якорь” (фане-

ра), “Сибирь-Лес” (заготовка и воспроизводство леса), “НЛК” (древесные плиты), несколько крупных торговых предприятий, перераспределяющих древесину внутри кластера (“Терминал Вятка”, “Регион Лес”, “Абарис” и др.). На графе и на карте на периферии кластера выделяется группа предприятий вокруг фанерных заводов в Пензенской области (“Власть труда”) и Республике Мордовия (“Плайтерра”), эти заводы закупают существенную часть сырья в Кировской области.

Кластер Татарстана и Удмуртии весьма необычен. Доминирует здесь завод древесных плит “Кастамону Интегрейтед Вуд Индастри” (турецкий капитал). Почти все остальные предприятия кластера — это районные лесничества Республики Татарстан, обеспечивающие сырьем завод “Кастамону” и не имеющие никаких связей с другими предприятиями страны. Такую же функцию выполняет “Удмуртлес”.

Пермский край, наоборот, похож на Кировскую область — горизонтальная плотная структура, где представлены почти все направления лесной промышленности. Ключевые предприятия (ЦБК “Соликамскбумпром”, фанерный комбинат “Свежа Уральский”) формируют два слабо заметных сгущения в рамках кластера.

Свердловская область тоже имеет горизонтальную сетевую структуру. На общем фоне выделяется фанерный комбинат “Свежа Верхняя Синячиха”.

Томский кластер формируется вокруг производителя древесных плит “Латат” и включает его поставщиков древесины из Алтайского края.

Кластеры Красноярского края и Иркутской области похожи друг на друга. Там мало горизонтальных и вертикальных конструкций, почти все кластеры — это малочисленные цепочки из отдельных компаний или их небольших групп, часто древовидные. Такие сетевые структуры мы назвали дендритными. Отраслевой состав их похожий — основу составляют одна или несколько крупных лесопилок, много чистых лесозаготовителей (поставщики сырья), широко распространена оптовая торговля (сбыт круглого леса и пиломатериалов в Китай и Европу).

Кластер республики Бурятия собран вокруг Селенгинского ЦКК.

Единственный рассматриваемый дальневосточный кластер состоит из одной компании и ее нескольких спутников. Такие элементарные сетевые структуры мы назвали простыми. “Нью Форест Про” — самый масштабный лесопильный комплекс Дальнего Востока.

Один простой кластер состоит из двух дочек “РЖД”, зарегистрированных в Москве. “ТВС” — производитель шпал и брусьев для стрелок и мостов. Всю продукцию продает «ТД “РЖД”».

ВЫВОДЫ

Разработанная методика кластеризации графа состоит из двух этапов: первичная кластеризация исходного графа с помощью алгоритма Лейдена и вторичная кластеризация каждого лейденского кластера с использованием укладки Фрюхтермана—Рейнгольда. Вторичная кластеризация позволяет решить проблему разрешающей способности, которая свойственна алгоритмам на основе оптимизации модулярности (к ним относится и алгоритм Лейдена). Разработан подход, позволяющий снимать неопределенность кластеризации графа. Применяемые алгоритмы не являются детерминированными, что важно для точности результатов и их воспроизводимости. Кластеры хорошо выражены (средняя замкнутость — 89%), кластеризация имеет высокую модулярность — 0.86. Предприятия на карте образуют ареалы, где преобладает какой-нибудь кластер — лесоторговые районы. Главный недостаток нашей методики кластеризации — потребность в детальных данных по каждому предприятию в масштабе всей страны.

При визуализации графа кластера на плоскости с помощью укладки, можно выделить пять типов сетевых структур кластеров. Вертикальный моноцентрический кластер состоит из одного большого предприятия и множества мелких и средних фирм. Вертикальный полицентрический кластер состоит из нескольких (обычно 2 или 3) больших предприятий и множества мелких и средних фирм. Все связи в вертикальных кластерах реализуются между мелкими или средними фирмами и большим предприятием. Мелкие и средние фирмы почти не связаны между собой. В вертикальных кластерах гораздо меньше конкуренции, чем в горизонтальных, они больше похожи на ТПК Н.Н. Колосовского (см. табл. 1). Горизонтальные кластеры — хорошо связанные группы предприятий разного размера, плотность связей в них часто очень высока, иногда при визуализации заметны подкластеры. Как правило, в таких кластерах присутствует несколько больших предприятий одной и той же отрасли, промышленные компании обычно дополняются торговыми. Конкуренция здесь выше, покупатели могут выбирать продавцов и наоборот. Горизонтальные кластеры похожи на кластеры М. Портера (см. табл. 1). Дендритные кластеры (последовательные цепочки из предприятий или их небольших групп) широко распространены в Сибири и на Дальнем Востоке. Во многих случаях они приурочены к территориям сравнительно нового освоения. Возможно, это ядра будущих горизонтальных и вертикальных кластеров. Простые сетевые структуры состоят из нескольких предприятий,

объединенных в произвольную геометрическую фигуру. Их природа может быть любой.

Есть три важнейших фактора формирования лесоторговых кластеров в России. Первый фактор — производственные цепочки, т.е. прямые продажи и покупки сырья производственными компаниями друг другу без участия торговых посредников. Выделяются четыре основные цепочки: лесопильная, целлюлозная, фанерная и плиточная. Они отличаются видом используемого сырья: для целлюлозы — балансы (тонкая древесина), для пиломатериалов — пиловочник (средняя и толстая древесина), для фанеры — фанкряж (толстая древесина), для плит — балансы и техсырье (древесина любой толщины с дефектами). Второй фактор — сбытовые цепочки (продажи и покупки сырья производственными компаниями посредством торговых фирм). Представлены три основные цепочки: перераспределение древесины внутри кластера, аккумуляция древесины для поставки за пределы кластера или на экспорт, перепродажа друг другу. Третий фактор — общий собственник группы предприятий. Есть кластеры, которые сформировались по другим причинам. Несколько кластеров можно назвать этническими — азербайджанский в республике Коми и условно-армянский в Адыгее (в статье не рассматриваются).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белоусов И.И. Основы межрайонных связей и перевозок. Автореф. дисс. ... д-ра геогр. наук. М.: Географический факультет МГУ, 1958. 32 с.
- Колосовский Н.Н. Теория экономического районирования. М.: Мысль, 1969. 335 с.
- Колосовский Н.Н. Избранные труды. Смоленск: Ойкумена, 2006. 336 с.
- Портер М. Конкуренция. М.: Вильямс, 2005. 608 с.
- Пробст А.Е. Основные проблемы географического размещения топливного хозяйства СССР. М.—Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1939. 404 с.
- Рихтер Д.И. Проект разделения России на районы товарного мукомолья (Сост. по поручению Совета съездов мукомолов). СПб.: Типо-литография И. Лурье и К°, 1908. 88 с.
- Родоман Б.Б. Территориальные ареалы и сети. Смоленск: Ойкумена, 1999. 256 с.
- Смирнов И.П., Виноградов Д.М., Алексеев А.И. К Москве или к Санкт-Петербургу? Тяготение населения Тверской области по данным сети “ВКонтакте” // Изв. РГО. 2019. Т. 151. № 6. С. 69–80. <https://doi.org/10.31857/S0869-6071151669-80>
- Торговля и промышленности Европейской России по районам. Общая часть и приложения / сост. В.П. Семенов-Тян-Шанский, Н.М. Штрупп. СПб.: Типография В.Ф. Киришаума, 1911. 218 с.

- Чаславский В.И. Хлебная торговля в Центральном районе России. Ч. I. Торговля в Примосковском районе. СПб.: Типография В. Безобразова и К°, 1873. 338 с.
- Dash N.G., Rae A. An Economic Geography of the United States: From Commutes to Megaregions // PLOS One. 2016. № 11 (11). Art. e0166083. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166083>
- Fruchterman T.M.J., Reingold E.M. Graph Drawing by Force-directed Placement // Softw. Pract. Exp. 1991. № 21. P. 1129–1164.
- Fukunaga K., Hostetler L. The estimation of the gradient of a density function, with applications in pattern recognition // IEEE Transactions on Information Theory. 1975. Vol. 2. № 1. P. 32–40. <https://doi.org/10.1109/TIT.1975.1055330>
- He Y., Jiang J., Li S. The circulation analysis of substandard foods in China based on GIS and social network analysis // PLOS One. 2021. № 16 (3). Art. e0248037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248037>
- Lengyel B., Varga A., Ságvári B., Jakobi Á., Kertész J. Geographies of an Online Social Network // PLOS One. 2015. № 10 (9). Art. e0137248. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137248>
- Leydesdorf L., Wagner C., Park H., Adams J. Colaboración internacional en ciencia: mapa global y red // Profesional de la Informacion. 2013. Vol. 22. № 1. P. 87–94. <https://doi.org/10.3145/epi.2013.ene.12>
- Olechnicka A., Płoszaj A., Celińska-Janowicz D. The Geography of Scientific Collaboration. NY: Routledge, 2019. 237 p.
- Ratti C., Sobolevsky S., Calabrese F., Andris C., Reades J., Martino M., Rob C., Strogatz S.H. Redrawing the Map of Great Britain from a Network of Human Interactions // PLOS One. 2010. № 5 (12). Art. e14248. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014248>
- Traag V.A., Waltman L., van Eck N.J. From Louvain to Leiden: guaranteeing well-connected communities // Nature. 2019. № 9. Art. 5233. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41695-z>
- Valerie C.V., Olivier J.W., Marjatta E., Brahim C., Rachata M., Gregory A.K. Network analysis of regional livestock trade in West Africa // PLOS One. 2020. № 15 (5). Art. e0232681. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232681>
- World Intellectual Property Report. The Geography of Innovation: Local Hotspots, Global Networks. Geneva: World Intellectual Property Organization, 2019. 134 p.

Wood Trade Regions of Russia: Clustering Approach Development

N. A. Sinitsyn^{a,*}, M. S. Elutin^{a,**}, A. S. Korotkov^{a,***}, A. O. Kushlevich^{a,****},
R. R. Menyalshikov^{a,*****}, and D. S. Rusakov^{a,*****}

^aLomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

*e-mail: nicksinus@yandex.ru

**e-mail: mikhail.elyutin@student.msu.ru

***e-mail: korotkov.andrey@geogr.msu.ru

****e-mail: artem.kushlevich@yandex.ru

*****e-mail: roman.menyalschikov@yandex.ru

*****e-mail: d_c_rusakov@mail.ru

Network analysis of the Russian timber industry was based on the information about timber transactions between Russian companies in 2020. The data were collected from the Unified State Automated Information System *Accounting Timber and Transactions with It*. The method of graph clustering was developed. The first step is clustering of the hole graph by Leiden algorithm. The second step is drawing of each Leiden created cluster in abstract space using Fruchterman–Reingold layout and extraction of clusters from layout using meanshift algorithm. Such approach helped us to divide many Leiden-created clusters into components. This algorithm has a problem of resolution limit. It tends to combine some medium and small clusters into large ones. Also, a special method was developed to limit the uncertainty of clustering – both Leiden algorithm and Fruchterman–Reingold layout are non-deterministic algorithms. Wood trade clusters vary in size and content. They are rather autonomous. The average share of intra-cluster trade is 89%. The modularity score of our partition is 0.863. Each cluster has been described using open sources from the Internet. The content of the clusters does not contradict the logic of the wood industry processes. The clusters create rather compact areas on the map – wood trade regions. Their borders often overlap with existing administrative boundaries. Five types of network structure of clusters were defined: vertical monocentric, vertical polycentric, horizontal, dendritic, simple. There are three factors of clustering in wood industry of Russia: production chains (4 types – pulp, plywood, lumber, chipboard chains), demand chains (redistribution of raw material between manufacturers within the cluster, accumulation of wood volumes

for some enterprises outside the cluster, wood trade between traders within the cluster), common holder. We have shown that existing approaches to cluster detection based on location quotients often misrepresent economic networks.

Keywords: economic clusters, Russia, wood industry, trade regions, graph clustering

REFERENCES

- Belousov I.I. The fundamentals of inter-district communications and transportation. *Extended Abstract of Doct. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Moscow: MSU, 1958. 32 p.
- Chaslavskii V.I. *Khlebnaya trgovlya v Tsentral'nom raione Rossii. Chast' I. Torgovlya v Primoskovskom raione* [Grain Trade in the Central Region of Russia. Part 1. Trade in the Moscow Region]. St. Petersburg: Tipogr. V. Bezobrazova i Ko., 1873. 338 p.
- Dash N.G., Rae A. An economic geography of the United States: From commutes to megaregions. *PLoS ONE*, 2016, vol. 11, no. 11, art. e0166083. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166083>
- Fruchterman T.M.J., Reingold E.M. Graph drawing by force-directed placement. *Softw. Pract. Exp.*, 1991, no. 21, pp. 1129–1164.
- Fukunaga K., Hostetler L. The estimation of the gradient of a density function, with applications in pattern recognition. *IEEE Trans. Inf. Theory*, 1975, vol. 21, no. 1, pp. 32–40. <https://doi.org/10.1109/TIT.1975.1055330>
- He Y., Jiang J., Li S. The circulation analysis of substandard foods in China based on GIS and social network analysis. *PLoS One*, 2021, vol. 16, no. 3, art. e0248037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248037>
- Kolosowsky N.N. *Izbrannye trudy* [Selected Works]. Smolensk: Oikumena Publ., 2006. 336 p.
- Kolosowsky N.N. *Teoriya ekonomicheskogo raionirovaniya* [Theory of Economic Zoning]. Moscow: Mysl' Publ., 1969. 335 p.
- Lengyel B., Varga A., Ságvári B., Jakobi Á., Kertész J. Geographies of an online social network. *PLoS One*, 2015, vol. 10, no. 9, art. e0137248. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137248>
- Leydesdorf L., Wagner C., Park H., Adams J. Colaboración internacional en ciencia: mapa global y red. *Prof. Inf.*, 2013, vol. 22, no. 1, pp. 87–94. (In Spanish). <https://doi.org/10.3145/epi.2013.ene.12>
- Olechnicka A., Ploszaj A., Celińska-Janowicz D. *The Geography of Scientific Collaboration*. New York: Routledge, 2019.
- Porter M. *Konkurentsia* [On Competition]. Moscow: Vil'yams Publ., 2005. 608 p.
- Probst A.E. *Osnovnye problemy geograficheskogo razmeshcheniya toplivnogo khozyaistva SSSR* [The Main Problems of the Fuel Industry Localization in USSR]. Moscow, Leningrad: Izd-vo Akad. Nauk SSSR, 1939. 404 p.
- Ratti C., Sobolevsky S., Calabrese F., Andris C., Reades J., Martino M., Rob C., Strogatz S.H. Redrawing the map of Great Britain from a network of human interactions. *PLOS One*, 2010, vol. 5, no. 12, art. e14248. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014248>
- Richter D.I. *Proekt razdeleniya Rossii na raiony tovarnogo mukomol'ya (Sostavlen po porucheniyu Soveta s'ezdov mukomolov)* [The Draft of the Division of Russia into Commercial Flour-milling Areas (Compiled on behalf of the Millers Congresses Council)]. St. Petersburg: Tipogr. I. Lur'e i Ko., 1908. 88 p.
- Rodoman B.B. *Arealy i seti* [Areas and Networks]. Smolensk: Oikumena Publ., 1999. 256 p.
- Semenov Tyan-Shanskii V.P. *Torgovlya i promyshlennosti Evropeiskoi Rossii po raionam. Obshchaya chast' i prilozheniya* [Trade and Industry in European Russia by Region. General Part and Applications]. St. Petersburg: Tipogr. V.F. Kirshbauma, 1911. 218 p.
- Smirnov I.P., Vinogradov D.M., Alekseev A.I. To Moscow or to Saint Petersburg? Population gravity of the Tver Region according to the data of “VKontakte” online network. *Izv. RGO*, 2019, vol. 5, no. 6, pp. 69–80. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0869-6071151669-80>
- Traag V.A., Waltman L., van Eck N.J. From Louvain to Leiden: guaranteeing well-connected communities. *Sci. Rep.*, 2019, no. 9, art. 5233. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41695-z>
- Valerie C.V., Olivier J.W., Marjatta E., Brahima C., Rachata M., Gregory A. K. Network analysis of regional livestock trade in West Africa. *PLOS One*, 2020, vol. 15, no. 5, art. e0232681. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232681>
- World Intellectual Property Report. *The Geography of Innovation: Local Hotspots, Global Networks*. Geneva: World Intellectual Property Organization, 2019.

Дискуссия по поводу статьи. Районирование или “коннектография”?

Е. Ю. Колбовский^{1, 2, *}

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

²Институт Географии РАН, Москва, Россия

*e-mail: kolbowsky@mail.ru

DOI: 10.31857/S2587556624020092, EDN: DSSLGK

Статья “Лесоторговое районирование России: разработка методики кластеризации”, безусловно, представляет интерес — предложен и апробирован современный метод кластеризации на примере лесоторговой отрасли. В компетентности авторов относительно методологии кластерного анализа сомневаться не приходится. Однако, поскольку авторы претендуют на “методику районирования”, следует, на наш взгляд, более внимательно отнестись к соотношению “метода” и результата, в особенности потому, что авторы как-то произвольно (и, похоже, незаметно для самих себя) переходят от кластерности “графов” торгово-производственных связей к пространственной, т.е. территориальной кластерности, и далее — к районобразованию и районированию.

Район — занятый и весьма “нагруженный” термин в географии, но при всем разнообразии содержания и соответствующих трактовок (“физико-географические районы”, “экономические районы”, “геополитические районы” и т.д.) — это *операционно-территориальная единица реального географического пространства*.

Современные математические методы, используемые в инструментарии геоинформационных систем (ГИС, например, ArcGIS, SAGA и др.), предлагают географам самые разные алгоритмы районирования, но все они так или иначе являются инвариантами так называемого Spatial Analysis (пространственного анализа), т.е. способами дифференциации реального, а не виртуального пространства. Так, в регулярно обновляемом и широко используемом в России коммерческом пакете ArcGIS фирмы ESRI для процедуры районирования служит инструмент Grouping Analysis (анализ группирования), способный решать задачи классификации по совокупности признаков и даже определять оптимальное число групп (хотя эта его опция пока далека от совершенства). Очень важная особенность алгоритма Grouping Analysis — возможность учитывать условия соседства “районов” и разных оценок расстояний (евклидово, манхэттенское и прочие). В зависимости от установки соответствующих опций мы можем получать “типологические” (т.е. “разорванные”) или “индивидуальные” (т.е. соседствующие различным образом в пределах единого ареала) районы. Запуск инструмента без учета этих условий по сути является обычным кластерным анализом с результатом в виде

групп — это важное обстоятельство не всегда понимается пользователями корректно; *группы могут и не быть районами!*

Авторы статьи используют кластерный анализ “для исследования сетевых структур”, а потом “наносит их на карту”, ссылаясь на определение М. Портера (2005): “кластер — группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний”. Однако в самом алгоритме локализация предприятий и расстояние между ними игнорируются, т.е. мы сталкиваемся со своего рода “подгонкой” результата изначально не пространственного анализа к задачам территориального районирования. Правомерен ли такой подход?

Заметим, сетевой анализ при изучении производственных связей и экономических процессов используется достаточно давно, поскольку “связанность” — один из важнейших признаков глобализации. Естественно, что сети анализируются на глобальном уровне: обобщающей является монография П. Ханна (Khanna, 2016), который ввел концепцию “коннектографии”, а также на уровне отраслей и производственных цепочек — в связи с чем разработано понятие “экономической сложности” (economic complexity) (Hidalgo, 2021). Для нас важно то обстоятельство, что в обоих случаях используется сетевой анализ с использованием графов, но *при этом результатами моделирования являются именно сети с их узлами и ребрами связей, но не районы*. И это закономерно, поскольку *районирование и кластеризация без учета всех “слоев” физического и социального пространства — это разные сущности*.

Кластерный анализ — не новый, и не сугубо “географический” (т.е. не обязательно пространственный) алгоритм, и как таковой он широко и давно применяется, например, в маркетинге — для деления целевых групп любителей различных сортов пива. Множество потребителей этого напитка формируют кластеры-группы — это установленный факт; возможно, при последующем “нанесении на карту” некоторые кластеры “попадут” в районы, поскольку выяснится, что пользователи предпочитают продукт местного завода (скажем, по причине его относительной дешевизны). Но это еще не дает нам повод рассматривать подобный кейс как районирование.

Вспоминается яркий пример анализа экономических сетей, приведенный в одной из глав

монографии с говорящим названием “The Geography of Commodity Chains” (“География товарных цепочек”), вышедшей двадцать лет назад (но — не устаревшей!). Автор рассматривал производственные сети известнейших мировых брендов на основе теории глобальных товарных цепочек (global commodity chains). Исследуя, как устроены сети производства товаров модных брендов, Луиза Крю (Krewe, 2004) демонстрирует, что связи между узлами “сложны и трудно распутываемы”, а отношения “рынка, власти, и эксплуатации, лежащие в их основе, подвижны и диффузны”. На примере пары джинсов “Lee” (оказавшихся в магазине провинциального английского Ипсвича) автор восстанавливает граф. В его узлах находятся: хлопковая ткань, произведенная в Бенине, прокрашенная в Милане немецким искусственным индиго, искусственно “состаренная” с использованием вулканической пемзы, добытой в Турции, сшитая в историческом городке Рас-эль-Джебел (на мысе Сиди в туниской провинции Бизерта), простроченная на внешнем шве жесткой желтой кордной нитью из городка Лиснаски (Северная Ирландия), укрепленная бронзовыми заклепками (полученными из намибийской меди и австралийского цинка), наконец, снабженная молнией-зиппером, произведенным в Японии... Весь человеческий “ресурс”, вовлеченный в модное производство, трудился за мизерную почасовую оплату на “потогонных” фабриках, находящихся в разных странах и обеспечивающих несильно различающиеся условия почти тотальной нищеты...

Мы можем анализировать подобные графы, используя кластерный анализ, но можем ли мы получить таким образом районы, не важно — экономические или отраслевые? Кластерный анализ графов — это один из способов типизации их функциональной структуры (взаимосвязи, сложности и т.д.). Но насколько можно судить по тексту обсуждаемой статьи, несмотря на геокодирование предприятий, параметры локализации и расстояния никак не учитываются в данной модели, т.е. не сказываются на длине ребер, соединяющих между собой узлы — лесохозяйственные предприятия. Приводя физическую аналогию, авторы начинают с шага “задается площадь”: не означает ли это, что дальнейшая “укладка” узлов производится в границах заданной площади? Тогда как именно она задается в “физическом”, т.е. географическом, смысле? Не проясняет ситуации и “замкнутость” кластера, ибо это замкнутость не пространства, но системы отношений, что не одно и то же.

Пространственный анализ традиционно предполагает некоторую последовательность шагов: первый (без которого невозможно дальнейшее продвижение) — выявление характера распределения “исследуемой сущности” (Gre-

cousis, 2020). Этот шаг в статье проигнорирован: по приведенным рисункам невозможно судить о том, к какому типу пространственного процесса относится распределение лесохозяйственных/лесоторговых предприятий — случайному (абсолютная пространственная случайность), конкурентному (дисперсному) или агрегированному (т.е. собственно кластерному). Для выяснения пространственного паттерна, т.е. для выявления пространственной неравномерности первого и второго порядка (O’Sullivan and Unwin, 2010), возможно, имело смысл для начала выявить наличие или отсутствие эффекта пространственной автокорреляции, затем “попытать” данные на предмет пространственной неравномерности второго порядка (когда объем производства и торговли конкретной точки влияют на показатели окружающих “узлов”). Инструменты и алгоритмы подобных оценок хорошо известны (метод ближайших соседей, функция Рипли, показатели центрографической статистики).

При прочтении предлагаемой статьи у читателя, знакомого с методами пространственной статистики, возникает четкое ощущение, что авторы, основательно поработав с данными, автоматически перенесли результаты дифференцированности “информационно-деловой среды” на действительное районообразование. Ведь если убрать с рис. 7 статьи крупные пунсоны, отображающие объемы торговли, впечатления “кластерности” лесоторгующих предприятий не возникает: “навскидку” картинка более напоминает дисперсное распределение, причем это впечатление усиливается, если подложить под это изображение показатели массивности лесного покрова (скажем дифференцированный на мелко-, средне- и крупномассивные леса вектор полигонов слоя “vegetation” набора OSM).

В итоге у читателя не возникает уверенности в том, что описанные в статье “пять типов сетевых структур кластеров” имеют отношение именно к реально существующим районам, а не к структуре виртуального экономического пространства — геометрии сетей и графов. Иными словами “главный недостаток нашей методики кластеризации” — это отрыв от реальной территории, или — во всяком случае — отсутствие доказательности связи между “кластеризацией графов” и кластеризацией экономического (в данном случае — отраслевого) пространства. Отмеченное обстоятельство ставит под сомнения итоговые рассуждения о лесоторговых районах, поскольку полученный результат не слишком отличается от экспертного заключения, которое можно было сделать просто “вприглядку” по карте размещения предприятий. Не являются ли “центры сетевых структур” простыми “центральными” или “медианными” местами пространственного анализа, которые можно было

бы получить, используя несложные алгоритмы центрографического анализа с учетом “веса” точек в виде объемов совершаемых сделок?

Экономическое (виртуальное) пространство не равно социально-экономическому “многослойному” пространству — это обстоятельство общепризнано и получает все больше подтверждений. В частности, специалисты, исследовавшие дифференциацию стран Евросоюза на группы Центр—Периферия—Полупериферия с использованием нейросетевого анализа и 13 показателей, доказали самостоятельное существование и нетождественность феноменов *экономической периферийности (economic peripherality)* и *пространственной (территориальной) периферийности (spatial peripherality)* (Pascariu and Țigănașu, 2017).

Автор данной заметки менее всего желал бы, чтобы изложенное воспринималось как “жесткая критика”, поскольку, как представляется, проблема стоит гораздо шире и заслуживает пристального внимания и обсуждения. Современные алгоритмы, в том числе ГИС-алгоритмы пространственного анализа, включают в себе большие возможности... в том числе — возможности “больших ошибок”. Ситуация, которую один из теоретиков ГИС-анализа назвал методологическим “похмельным синдромом” (hang-over). В этом смысле ссылки на “классический опыт” районирования экономического пространства России (к которым прибегают авторы статьи) едва ли спасительны. Попытки повторить районирование “классиков” посредством “набивания” используемых ими параметров в соответствующие исторические АТД-сетки с помощью кластерного анализа не приводят к воспроизведению соответствующей классической картины — уже просто потому, что “классики” использовали интуицию, генерализацию и другие свойства развитого аналитического ума. Точно так же физико-географам не удается

получить “картинку” природных зон (нарисованных в 1950-е годы известными географами) просто “закладывая” заявленные показатели климатических переменных в “топку” кластерного или изокластерного анализа. Математики и программисты уже не первое десятилетие пытаются “достроить” современные подходы до “ума” с использованием алгоритмов нечеткой принадлежности (нечеткой логики) и современных алгоритмов кластерного анализа, нейронных сетей, “случайного леса”, “деревьев решений”. Но как выясняется — вопросы есть не только к математике, но и к географии, и их обсуждение могло бы составить содержание небесполезной дискуссии.

REFERENCES

- Grekousis G. Spatial analysis methods and practice. In *Spatial Analysis Methods and Practice: Describe — Explore — Explain through GIS*. Cambridge: CUP, 2020, pp. i–i.
- Khanna P. *Connectography: Mapping the Future of Global Civilization*. New York: Penguin Random House, 2016.
- Crews L. Unravelling fashion’s commodity chains. In *Geographies of Commodity Chains. Routledge Studies in Human Geography*. Hughes A., Reimer S., Eds. Routledge, 2005, pp. 195–215.
- O’Sullivan D., Unwin D. *Geographic Information Analysis*. John Wiley & Sons, 2010. 436 p.
- Pascariu G.C., Țigănașu R. Integration, growth and core-periphery pattern in EU’s economy: Theoretical framework and empirical evidence. In *Core-periphery patterns across the European Union: case studies and lessons from eastern and southern Europe*. Pascariu G.C., Pedrosa da Silva Duarte M.A., Eds. Emerald Publishing Limited, 2017, pp. 69–137.
- Porter M. E. *On competition*. Boston: Harvard Business School Press, 1998. 485 p.
- Hidalgo C. Economic complexity theory and applications. *Nat. Rev. Phys.*, 2021, vol. 3, pp. 92–113.

СУБФОССИЛЬНЫЕ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫЕ СПЕКТРЫ ВЫСОТНЫХ ПОЯСОВ СЕВЕРНОГО И ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

© 2024 М. С. Лящевская^{1, *}

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

*e-mail: lyshevskaya@mail.ru

Поступила в редакцию 01.03.2024 г.

После доработки 13.03.2024 г.

Принята к публикации 14.03.2024 г.

В данной работе представлена характеристика и проведено сравнение субфоссильных (современных, поверхностных) спорово-пыльцевых спектров (СПС) растительных сообществ высотных поясов Северного и Южного Сихотэ-Алиня, на примере гор Тордоки-Яни (абс. высота 2090 м) и Облачной (1858 м). Для этого по высотным профилям с интервалом 100 м по высоте отобраны и проанализированы образцы с поверхности почв. Установлено, что все СПС фитоценозов высокогорий отражают лесной тип растительности. СПС фитоценозов горно-тундрового и верхней части подгольцового поясов Северного Сихотэ-Алиня вследствие обилия пыльцы ели *Picea* отвечают наиболее распространенному на верхней границе леса типу растительности — ельнику высокогорному с березой шерстистой *Betula lanata*, куда “языками” из вышележащего пояса может заходить кедровый стланик *Pinus pumila*. Наибольшее количество заносной пыльцы встречено в СПС тех поясов, где лесной полог отсутствует. Пыльца широколиственных пород на высокие гипсометрические уровни была принесена восходящими горно-долинными ветрами из нижележащих поясов. Количественное содержание пыльцы основных доминантов каждого высотного-растительного пояса в СПС не всегда точно отражает роль этих таксонов в составе сообществ. Пыльцевая продуктивность березы шерстистой превышает пыльцевую продуктивность основных лесообразующих пород во всех высотных поясах, кроме каменноберезняков, поэтому доля ее участия в составе СПС завышена. А вот содержание пыльцы лиственницы *Larix* в изученных СПС сильно занижено по сравнению с ролью этой породы в древостое, особенно в почвенных образцах из лиственничного леса, что связано с низкой пыльцевой продуктивностью лиственницы, особенностями распространения и фоссилизации ее пыльцы.

Ключевые слова: гора Облачная, гора Тордоки-Яни, гольцы, подгольцовый пояс, граница леса, высокогорные леса, спорово-пыльцевой анализ

DOI: 10.31857/S2587556624020104, **EDN:** DSKECM

ВВЕДЕНИЕ

Изучение состава субфоссильных спорово-пыльцевых спектров (СПС) современной растительности высотных поясов является методической основой для интерпретации ископаемых СПС при реконструкции ландшафтов горных стран и позволяет выявить влияние различных факторов на формирование СПС. Вертикальная ландшафтная поясность отвечает известной физической закономерности — снижению температуры воздуха на 0.5°–0.7°С при увеличении абсолютной высоты местности на 100 м (Калесник, 1947), что обуславливает смещение границ высотных поясов при климатических изменениях. Данные об особенностях формирования субфоссильных СПС растительности Южного

Сихотэ-Алиня можно найти в работах А.М. Короткого (2002), Л.М. Моховой и Е.П. Кудрявцевой (2022), Н.Г. Разжигайевой с соавторами (2016, 2019). Этими авторами установлена достаточно высокая степень адекватности субфоссильных СПС существующим ландшафтно-климатическим поясам. Сведения о формировании субфоссильных СПС современных растительных сообществ Северного Сихотэ-Алиня до настоящего времени отсутствуют. Это создает трудности при интерпретации результатов палинологического анализа, поскольку растительные сообщества, подобные растительным формациям Северного Сихотэ-Алиня, могли произрастать и в Южном Сихотэ-Алине в отдельные периоды плейстоцена и голоцена (Короткий и др., 2009). В связи с этим получение новых данных

по составу современных СПС высотных поясов Сихотэ-Алиня и степени их адекватности окружающей растительности очень значимо для интерпретации результатов палинологического анализа и корректных палеогеографических реконструкций в этих горных районах.

Цель статьи — сопоставить СПС поверхностных почвенных проб гор Облачной и Тордоки-Яни с современными высотными растительными поясами Южного и Северного Сихотэ-Алиня. В задачи работ входило определение зависимости между составом СПС и составом формирующей его растительности, выявление в составе СПС аллохтонной древесной пыльцы, переносимой ветром с более низких ярусов рельефа.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ

Сихотэ-Алинь — горная страна, простирающаяся в субмеридиональном направлении вдоль западного побережья Японского моря на 1200 км и представленная системой горных хребтов разного простирания (с преобладанием СВ — ЮЗ), высоты и различно удаленных от берега моря. Высшая точка — г. Тордоки-Яни, высотой 2090 м над ур. м., является и самым обширным гольцовым массивом Сихотэ-Алиня, расположенным в его северной части. Ряд хребтов рассечен троговыми долинами с карами, цирками и другими элементами рельефа, образованными в эпоху позднеплейстоценового горно-долинного оледенения. Гора Облачная (1858 м) — наивысшая точка Южного Сихотэ-Алиня (рис. 1), одна из шести вершин в этой части горной страны, где представлена горная тундра (Прокопенко, 2010). Рельеф массива г. Облачной, как и всего Южного и Среднего Сихотэ-Алиня, не был затронут непосредственно оледенением, но в периоды похолоданий получили широкое развитие перигляциальные процессы, результатом которых являются нагорные террасы, площадные и склоновые курумы, различные формы криогенных деформаций грунтов, криогенные формы рельефа, полигональные “медальонные” образования (Развитие ..., 1988; Соловьев, 1961).

Для высокогорий Среднего Сихотэ-Алиня приводятся следующие климатические характеристики: среднегодовая температура около -2.5°C , безморозный период не превышает 60–70 дней, бесснежный — 90 дней, средняя температура января около -27°C , июля $+12^{\circ}\text{—}13^{\circ}\text{C}$, годовое количество осадков около 1000 мм (Киселев, Кудрявцева, 1992; Колесников, 1969). Значительная протяженность Сихотэ-Алиня с юга на север определяет существенные различия всех природных явлений в его северной и южной частях. Особенно на-

глядно это проявляется в абсолютном господстве на севере елово-пихтовых лесов, отсутствии здесь неморальных хвойно-широколиственных лесов, обычных на юге Сихотэ-Алиня, снижении на севере границ высотных поясов и уменьшение их числа (рис. 2). Основными высотными поясами являются горные тундры, подгольцовые стелющиеся леса-кустарники, каменноберезовое редколесье, высокогорные елово-пихтовые леса, ниже идут в Северном Сихотэ-Алине лиственнично-еловые леса и лиственничники, в Южном — кедрово-елово-пихтовые и широколиственно-кедровые (Колесников, 1961; Куренцова, 1968). Положение верхней границы леса (ВГЛ) на Сихотэ-Алине очень изменчиво и зависит от географической широты, орографии и удаленности от морского побережья. Так в Северном Сихотэ-Алине она проходит на высоте 1100–1300 м, в Южном — 1500–1600 м (Вышин, 1990).

ОПИСАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Горная тундра. Отмечается высокое разнообразие контактирующих ценозов, что связано с чрезвычайным разнообразием комбинаций экологических условий и мозаичностью растительного покрова. Преобладают лишайники, мхи и кустарнички. Видовое разнообразие низкое. При уменьшении снегового покрова, возрастании силы ветра и увеличении каменистости субстрата роль кустарников уменьшается, а лишайников и гольцовых криофитов увеличивается (Шлотгауэр, 2011). Кустарники и кустарнички представлены *Cassiope ericoides*, *C. redowskii*, *Ledum decumbens*, *Pinus pumila*, *Rhododendron aureum*, *R. parvifolium*, *R. redowskianum*, *Salix saxatilis*, *S. phlebophylla*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*. Травяной покров значительно разрежен и образован многочисленными, характерными только для высокогорий видами, такими как *Carex rigidoides*, *C. tenuiformis*, *C. stans*, *Saussurea kitamuraana*, *Popoviocodonia stenocarpa*, *Bistorta vivipara*, *Luzula oligantha*, *L. sibirica*, *L. beringensis*, *Bupleurum euphorbioides*, *Scorzonera radiata*, *Gentiana algida* (Вышин, 1990). Наибольшее распространение в Северном Сихотэ-Алине получили ерниковые, ивовые и кашкарные тундры (Шлотгауэр, 2011). В Южном Сихотэ-Алине горнотундровая растительность выраженного пояса не образует, представлена кустарничковыми сообществами (с ярусом лишайников), основные группировки — голубичная и арктоусово-голубичная. Наиболее часто встречаются комбинации зарослей кедрового стланика и высокогорных лужаек (Прокопенко, 2010).

Подгольцовые стелющиеся леса-кустарники. По опушке верхней границы леса формируются густые, практически непроходимые заросли ке-

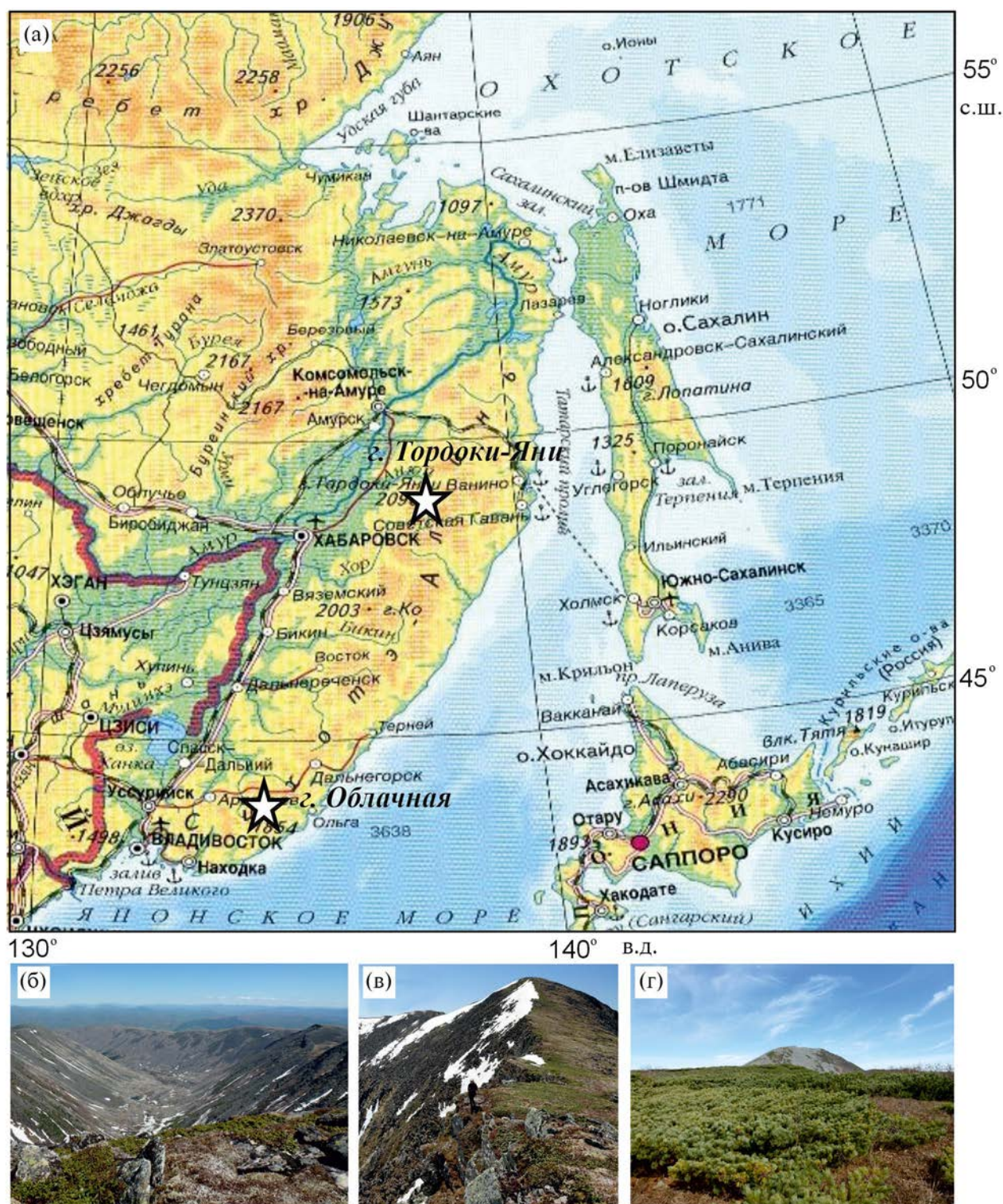


Рис. 1. Район работ: (а) местоположение массивов гор Облачной (1858 м над ур. м.) в Южном Сихотэ-Алине и Тордоки-Яни (2090 м) в Северном Сихотэ-Алине; (б) троговая долина на Тордоки-Яни; (в) горная тундра на Тордоки-Яни; (г) заросли кедрового стланика на Облачной.

дрового стланика, которые по мере возрастания абсолютной высоты изреживаются, их высота и сомкнутость уменьшаются, в конечном итоге они деградируют до небольших групп и отдельных экземпляров среди горных тундр. На верхних частях каменистых склонов можно встретить

разреженные заросли, состоящие из небольших групп и отдельных экземпляров *Juniperus sibirica*. Среди зарослей кедрового стланика встречается эндемичный сихотэ-алинский вид растения *Microbiota decussata* (Шлотгауэр, 2011). На горном массиве Облачной единично отмеча-

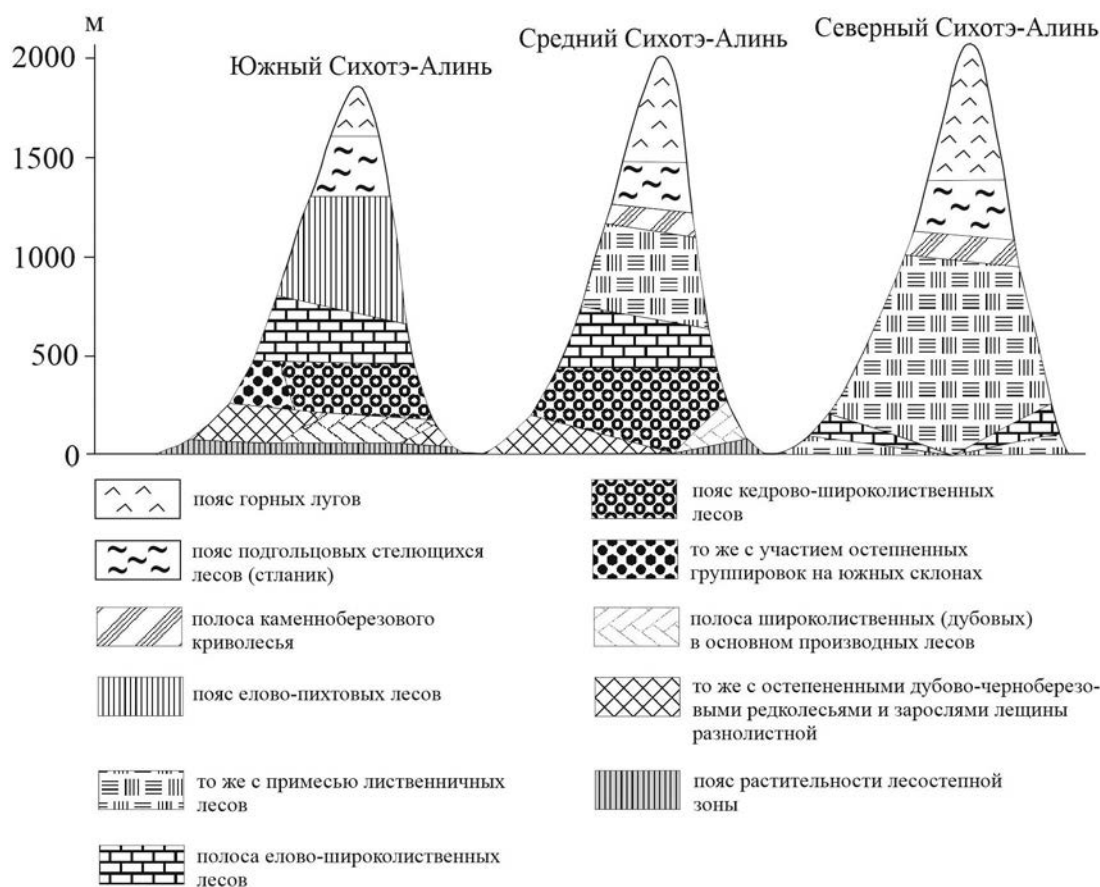


Рис. 2. Высотная поясность гор Сихотэ-Алинь по Б.П. Колесникову (1961).

ется среди кедровых стлаников *Alnus mandshurica* (Киселев, Кудрявцева, 1992). Изредка выше ВГЛ поднимается *Picea jezoensis*, где обычно имеет угнетенную форму (Вышин, 1990). Так В.А. Розенбергом (1966) на абсолютной высоте 1800 м на г. Тардоки-Яни были найдены карликовые формы ели. С высотой меняется видовой состав формации. Бореальные виды (*Linnaea borealis*, *Maianthemum bifolium*, *Aegopodium alpestre*, *Aconitum umbrosum*) сменяются монтанными (*Empetrum sibiricum*, *Ledum decumbens*, *Betula middendorffii*, *Rhododendron aureum*) и высокогорными (*Cassiope ericoides*, *Phyllodoce coerulea*, *Viola biflora*, *Carex rigidoides*, *Cryptogramma raddeana*) (Шлотгауэр, 2011).

Каменноберезняки. Не образуют сплошного пояса в вершинном поясе Сихотэ-Алиня (Короткий, 2002). Тесно связаны с незаметными и постепенными переходами к высокогорным ельникам с одной стороны и ценозам кедрового стланика с другой (Колесников, 1938), образуют полосы по вертикали от 50 до 300 м шириной (Шлотгауэр, 2011). В древостое преобладает *Betula lanata* с сильно искривленными стволами и ветвями. В травянистом покрове высокотравного каменисто-березняка присутствуют *Veratrum alpestre*, *Ligularia fischeri*,

Aconitum fischeri, *A. umbrosum*, *Aruncus dioicus*, *Valeriana faurieri*, *Heracleum dissectum*, *Calamagrostis langsdorffii*. В каменисто-березняке кустарниковом подлесок представлен *Weigela middendorffiana*, *Rhododendron aureum*, *Lonicera edulis*, *Pinus pumila*, последний в большинстве случаев является доминирующим видом (Вышин, 1990; Киселев, Кудрявцева, 1992). Мелкотравный покров состоит из *Chamaepericlymenum canadensis*, *Tridentalis europaea*, *Maianthemum bifolium* (Вышин, 1990). Встречаются низкорослые экземпляры *Picea ajanensis* и *Abies nephrolepis* с кронами, опущенными до земли. Появляется лиственница *Larix* (Прокопенко, 2010), которая иногда принимает стелющуюся форму. В Южном Сихотэ-Алине обычна небольшая примесь *Sorbus schneideriana*.

Высокогорные елово-пихтовые леса. Занимают более значительный интервал высот в Северном Сихотэ-Алине, по сравнению с Южным. Среди субальпийских ельников различают несколько групп ассоциаций по мере поднятия над уровнем моря. Зеленомошниковые ельники произрастают на склонах, испытывающих относительно наименьшее воздействие северных ветров. Господствует *Picea jezoensis*, при участии *Abies nephrolepis*, всегда присутствует

Betula lanata. Травянисто-кустарничковый ярус развит неравномерно. Типичны различные плауны, *Goodyera repens*, *Listera major*, *Streptopus streptopodioides*, *Clintonia undensis*, *Chamaepericlymenum Canadensis*, *Ramischia secunda*, *Maianthemum bifolium*, *Vaccinium vitis idaea*, *Linnaea borealis*. Моховый покров сплошной. По мере подъема вверх над уровнем моря постепенно появляются разнотравные ельники, для которых характерно ничтожное участие или полное отсутствие *Abies nephrolepis* при повышенной роли *Betula lanata*. В подлеске господствует *Weigela middendorffiana*. В травяном покрове обильны представители субальпийского высокоотравья и папоротники. Субальпийские разнотравные ельники сменяются ассоциациями кустарничковых ельников, для которых характерна незначительная сомкнутость крон, а иногда еловое редколесье. В древостое участвует *Betula lanata*, присутствует *Sorbus schneideriana*, *Acer ukurunduense* и *Duschekia mandschurica*. В подлеске господствует *Weigela middendorffiana* или *Rhododendron aureum*, в травяном покрове — представители субальпийского высокоотравья (Колесников, 1969).

Кедрово-елово-пихтовые леса. Являются переходными от кедрово-широколиственных лесов до елово-пихтовых, которые в Южном Сихотэ-Алине не спускаются ниже 600–650 м над ур. м. (Розенберг, 1955). При абсолютном доминировании *Picea jezoensis*, *Abies nephrolepis* значительно участие в древостое *Pinus koraiensis*, *Betula Costata*, *Tilia amurensis*, а также *B. mandschurica*, *Acer mono*, *T. taquetii* и ряда других пород, характерных для нижележащего пояса (Киселев, Кудрявцева, 1992). Напочвенный покров злаково-разнотравный, с участием осок (Аржанова, Елпатьевский, 2005).

Лиственничные леса. Коренные, слаборазрушенные лиственничники сохранились на незначительной территории. Древостой состоит из *Larix* с незначительным участием *Picea jezoensis* и *Abies nephrolepis* в третьем ярусе. Травяной ярус представлен вейниками и осоками, широко распространены зеленые мхи (Симонов, 2016). Лиственничники с подлеском из кедрового стланика приурочены к крутым склонам, покрытым россыпями. На заболоченных пологих участках надпойменных террас в долинах рек и ручьев обычны ерниковые лиственничники с подлеском из *Betula middendorffii*. Вероятно, близки им и лиственничники багульниково-моховые. Для них характерно преобладание *Ledum hypoleucum* и *L. palustre* в травяно-кустарничковом ярусе, наличие в нем *Carex globularis* и *C. lasiocarpa*, а в сплошном покрове — обилие различных сфагновых мхов. Сравнительно часты также смешанные кедрово-елово-лиственничные насаждения, по-видимому, частично воз-

никшие после пожаров (Колесников, 1969). Для лиственничников, пройденных рубками, характерно наличие в древостое мелколиственных пород, травяной ярус становится разнотравным (Симонов, 2016).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для изучения почвенных поверхностных проб отбирался первый верхний сантиметр почвенной подстилки. СПС из поверхностных проб изучались по высотным профилям гор Тордоки-Яни и Облачной с интервалом в 100 м по высоте. Высотно-растительные профили этих горных массивов можно считать типичными для общей структуры высотной поясности Северного и Южного Сихотэ-Алиня соответственно, что и определило их выбор в качестве ключевых.

Всего было отобрано и изучено 24 поверхностных почвенных образца из разных фитоценозов высотных поясов Сихотэ-Алиня (табл. 1). Образцы обрабатывались сепарационным методом В.П. Гричука (Пыльцевой ..., 1950). Материал просматривался под микроскопом Axio Imager.A2 с увеличением $\times 400$. В каждом образце подсчитывалось не менее 200 пыльцевых зерен. При построении диаграмм за 100% принималась сумма пыльцы древесной и травянистой растительности. Процентные соотношения спор подсчитаны относительно этой суммы. Построение спорово-пыльцевых диаграмм проведено с использованием программы Tilia (Grimm, 2004). Кластерный анализ СПС проведен с применением программы CONISS, встроенной в Tilia (Grimm, 2004).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В субфоссиальных СПС горной тундры Северного Сихотэ-Алиня преобладает пыльца деревьев и кустарников (до 79%) (рис. 3). В верхней части горной тундры в составе СПС доминирует пыльца *Picea* (до 32%), в нижней части пояса преобладает пыльца *Betula* sect. *Costatae* (43%). В меньшем количестве в СПС присутствует пыльца *Pinus* s/g *Haploxylon* (до 13%), *Alnus* (до 6%), *Salix* (до 5%), *Betula* sect. *Albae* (до 4%), *Abies* (до 3%). Единично содержится пыльца *Larix* и *Betula* sect. *Nanae*. Из широколиственных встречена пыльца *Quercus mongolica* (до 5%) и единично — *Sorbaria*, *Ulmus*, *Juglans mandschurica*, *Corylus*. Пыльца трав и кустарничков, составляющая 19% от общего состава спектра, представлена 16 таксонами: Ericaceae (до 10% в нижней части гольцового пояса), Artemisia (до 6%), Ranunculaceae, Superaceae, Poaceae и Scrophulariaceae (до 3% каждого), доля других таксонов $\leq 1\%$. Содержание спор до 5%, доминируют папоротники Polypodiaceae.

Таблица 1. Характеристика изученных почвенных поверхностных образцов по высотно-растительным профилям гор Тордоки-Яни и Облачной

Название вершины	Проба, №	Координаты	Абсолютная высота, м	Высотный пояс	Локальная растительность в точке отбора
Тордоки-Яни	1	48°53.50 с.ш. 138°03.10 в.д.	2100	Горная тундра	Лишайниково-каменистая и кустарничковая тундра с <i>Carex rigidioides</i> , <i>Tilingia ajanensis</i> , <i>Ledum palustre</i> и др., сообщества с <i>Rhododendron aureum</i> стелющейся формы
	2	48°53.26 с.ш. 138°03.25 в.д.	2000	То же	Мохово-лишайниковая тундра с <i>Rhododendron aureum</i> и ассоциациями с участием <i>Dryas ajanensis</i> , осоками, разнотравьем
	3	48°53.06 с.ш. 138°03.54 в.д.	1900	То же	Кустарничковая тундра с куртинами кедрового стланика, в составе <i>Cassiope ericoides</i> , <i>Gentiana jamesii</i> , <i>Tephrosieris sichotensis</i> , <i>Arctous alpine</i> и др.
	4	48°53.01 с.ш. 138°04.01 в.д.	1800	Подгольцовые стелющиеся леса	Сообщества кедрового стланика с <i>Cassiope ericoides</i> , <i>Phyllodoce coerulea</i> , <i>Viola biflora</i> , <i>Carex rigidioides</i> , <i>Cryptogramma raddeana</i> и др.
	5	48°52.52 с.ш. 138°04.00 в.д.	1700	Каменноберезовое редколесье	Редкостойные сообщества с <i>Betula lanata</i> и <i>Empetrum sibiricum</i> , <i>Ledum decumbens</i> , <i>Rhododendron aureum</i> и др.
	6	48°52.45 с.ш. 138°04.01 в.д.	1600	Подгольцовые стелющиеся леса	Сообщества кедрового стланика с <i>Betula lanata</i>
	7	48°52.37 с.ш. 138°04.00 в.д.	1500		Заросли кедрового стланика
	8	48°52.24 с.ш. 138°04.03 в.д.	1400	Елово-пихтовые леса	Кустарниковый ельник с <i>Betula lanata</i> , <i>Sorbus schneideriana</i> , <i>Acer ukurunduense</i> , <i>Duschekia mandschurica</i> , в подлеске
	9	48°52.07 с.ш. 138°04.07 в.д.	1300	То же	<i>Weigela middendorffiana</i> , <i>Rhododendron aureum</i> и др.
	10	48°51.44 с.ш. 138°04.06 в.д.	1200	То же	
	11	48°51.16 с.ш. 138°04.02 в.д.	1100	То же	Разнотравный ельник с небольшой примесью <i>Abies nephrolepis</i>
	12	48°51.05 с.ш. 138°04.04 в.д.	1000	То же	и повышенной ролью <i>Betula lanata</i> . В подлеске – <i>Weigela middendorffiana</i> , травяной покров разнотравно-папоротниковый
	13	48°50.42 с.ш. 138°04.21 в.д.	900	То же	Растительность та же, в подлеске преобладает <i>Rhododendron aureum</i> , в напочвенном покрове – <i>Vaccinium vitis idaea</i>
	14	48°50.20 с.ш. 138°04.31 в.д.	800	То же	Преобладает <i>Picea jezoensis</i> , при участии <i>Abies nephrolepis</i> и <i>Betula lanata</i> . В кустарниковом ярусе –
	15	48°50.03 с.ш. 138°05.12 в.д.	700	То же	<i>Ribes mandschuricum</i> , в травянисто-кустарничковом – плауны, <i>Goodyera repens</i> , <i>Listera major</i> , <i>Streptopus streptopodioides</i> , <i>Clintonia undensis</i> , <i>Chamaepericlymenun Canadensis</i> , <i>Ramischia secunda</i> , <i>Maianthemum bifolium</i> , <i>Vaccinium vitis idaea</i> , <i>Linnaea borealis</i>

Таблица 1. Окончание

Название вершины	Проба, №	Координаты	Абсолютная высота, м	Высотный пояс	Локальная растительность в точке отбора
Облачная	16	48°48.21 с.ш. 138°06.16 в.д.	540	Лиственничники	В древостое <i>Larix</i> с участием <i>Picea jezoensis</i> , <i>Abies nephrolepis</i> и березами. В кустарниковом ярусе — <i>Lonicera</i> sp., в травяном — вейники, осоки, разнотравье
	17	43°41.16 с.ш. 134°12.01 в.д.	1708	Подгольцовые стелющиеся леса	Ассоциация кустарничково-зеленомошного кедрового стланика с вересковыми кустарниками и <i>Betula lanata</i> . В составе: рододендроны, багульники, <i>Arctous alpinus</i> , <i>Diapensia obovata</i> , кассиопы, <i>Vaccinium vitis idaea</i> и <i>V. uliginosum</i> , <i>Bergenia pacifica</i> . Травяной покров злаково-разнотравный с папоротниками, развиты лишайники и мхи
	18	43°40.58 с.ш. 134°11.98 в.д.	1610	То же	Каменноберезовые кривоствольные леса
	19	43°40.31 с.ш. 134°11.98 в.д.	1500	То же	
	20	43°40.14 с.ш. 134°11.97 в.д.	1400	Каменноберезовые кривоствольные леса	Каменноберезняк с подлеском из кедрового стланика и участием <i>Picea jezoensis</i> , <i>Abies nephrolepis</i> , единично — рододендроны. В напочвенном покрове — мхи, <i>Vaccinium vitis idaea</i> , багульники
	21	43°40.02 с.ш. 134°11.88 в.д.	1300	Елово-пихтовые леса	Доминирует <i>Picea jezoensis</i> при участии <i>Abies nephrolepis</i> и <i>Betula lanata</i> , единично <i>Sorbus sambucifolia</i> , <i>Oplopanax elatus</i> . В напочвенном покрове — мхи, присутствуют <i>Vaccinium vitis idaea</i> , <i>Pyrola</i> sp., <i>Oxalis</i> sp., <i>Maianthemum</i> sp.
	22	43°39.83 с.ш. 134°11.86 в.д.	1200	То же	Доминируют <i>Picea jezoensis</i> , <i>Abies nephrolepis</i> , <i>Betula lanata</i> , с участием <i>Sorbus amurensis</i> и <i>Acer ukurunduense</i> . В напочвенном покрове — <i>Ledum decumbens</i> , <i>Vaccinium vitis idaea</i> и др.
	23	43°39.34 с.ш. 134°11.79 в.д.	1100	То же	
	24	43°36.75 с.ш. 134°07.02 в.д.	560	Кедрово-елово-пихтовые леса	Доминирует <i>Pinus koraiensis</i> , с участием берез, клена, липы, ясеня, дуба. В травяном покрове: осоки, <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Mitella nuda</i> , <i>Osmorhiza aristata</i> , <i>Frima asiatica</i> , папоротники

В СПС подгольцовой растительности г. Облачной основной фон создает пыльца *Pinus* s/g *Haploxylon* (до 54%), в меньшем количестве присутствует *Betula* sect. *Costatae* (до 24%), *Picea* (до 10%), *Betula* sect. *Albae* (до 5%), *Quercus mongolica* и *Sorbus* (до 4%), *Abies*, *Alnus* и *Ulmus* (до 2% каждого), *Juglans mandshurica* (около 1%), доля других древесных таксонов (*Pinus* s/g *Diploxylon*, *Microbiota decussata*, *Betula middendorffii*, *Duschekia fruticosa*, *Salix*, *Fraxinus*, *Chamaepericlymenun canadensis*, *Tilia*, *Corylus*) <1% (рис. 4). В общем составе на долю древесных приходится до 90%. Максимальное количество пыльцы трав и кустарников (до 24%) зафиксировано в СПС верхней части подгольцового пояса. Здесь преобладает пыльца *Cyperaceae*

и разнотравья (до 7% каждого), среди которого 4% принадлежит *Polygonaceae*. В средней части подгольцового пояса доминирует пыльца *Roaceae* (7%), а в нижней — *Artemisia* (3%). В СПС присутствует пыльца *Ranunculaceae* (до 5%) и *Ericaceae* (до 2%). Участие спор составляет <1%, представлены папоротниками *Polypodiaceae*.

В СПС верхней части подгольцового пояса г. Тордоки-Яни доминирует пыльца *Picea* (27%), а в нижней — *Betula* sect. *Costatae* (до 40%). В значительном количестве присутствует пыльца *Pinus* s/g *Haploxylon* (до 21%), в небольшом *Alnus* (до 5%), *Betula* sect. *Albae* (до 4%), *Abies* и *Quercus* (до 3% каждого). Доля других таксонов <1%. В группе трав и кустарничков (до 20%) доминирует пыль-

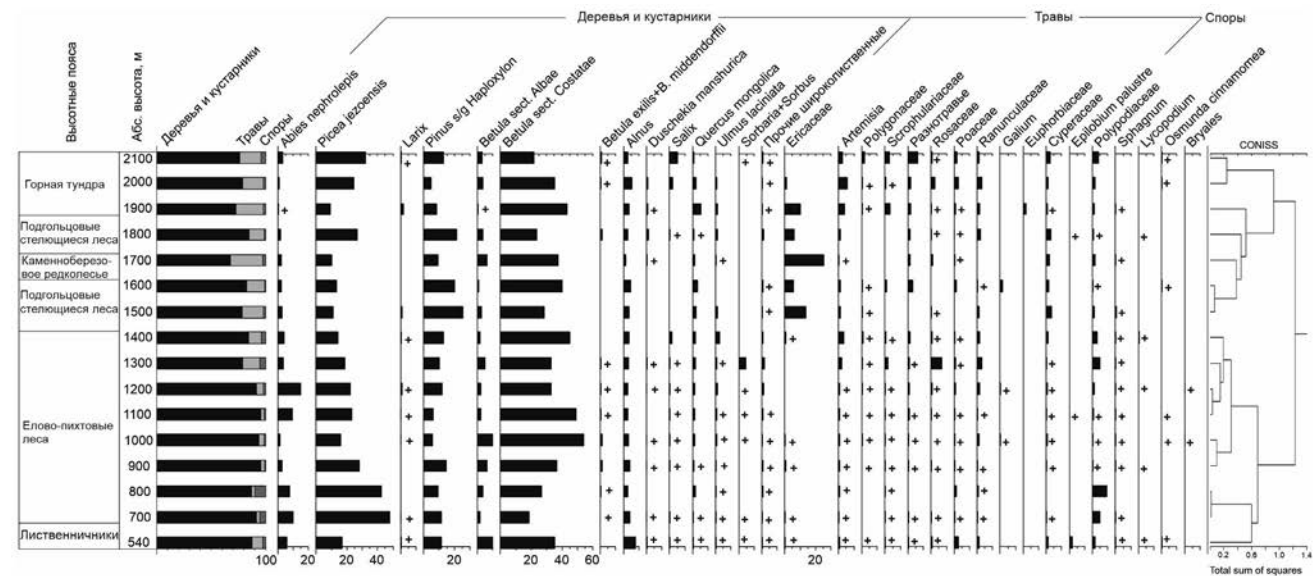


Рис. 3. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры из разных высотных поясов г. Тордоки-Яни, Северный Сихотэ-Алинь.

ца *Ericaceae* (до 14%). В небольшом количестве присутствует *Сурегасеае* (до 3%), *Ranunculaceae* и *Galium* (до 2% каждого). Доля остальных таксонов $\leq 1\%$. Участие спор составляет до 2%, преобладают папоротники *Polypodiaceae*.
Субфоссильные СПС **каменноберезняков** характеризуются преобладанием пыльцы *Betula sect. Costatae* (до 49%). Из прочих мелколиственных содержится пыльца *Betula sect. Albae* (до 6%), *Alnus* (до 2%) и *Betula middendorffii* (до 1%). В большом количестве присутствует пыльца хвойных *Pinus s/g Haploxyton* (до 15%) и *Picea* (до 14%), в небольшом – *Abies* (до 3%) и *Larix* ($<1\%$). Из широколиственных встречается

пыльца *Quercus* (до 4%), *Ulmus* (до 1%). В СПС г. Облачной отмечена единичная пыльца *Juglans*, *Tilia*, *Sorbus*, *Corylus* и *Carpinus cordata*. В таксономическом составе группы трав и кустарничков в СПС горы Тордоки-Яни доминирует пыльца *Ericaceae* (26%) и отмечается самое высокое содержание пыльцы трав и кустарничков (30%) из всех изученных образцов. Для СПС горы Облачной характерно невысокое содержание пыльцы трав и кустарничков (8%), преобладает разнотравье: *Artemisia* (3%), *Сурегасеае* (2%), участие остальных таксонов $<1\%$. Доля спор в общем составе СПС как Северного, так

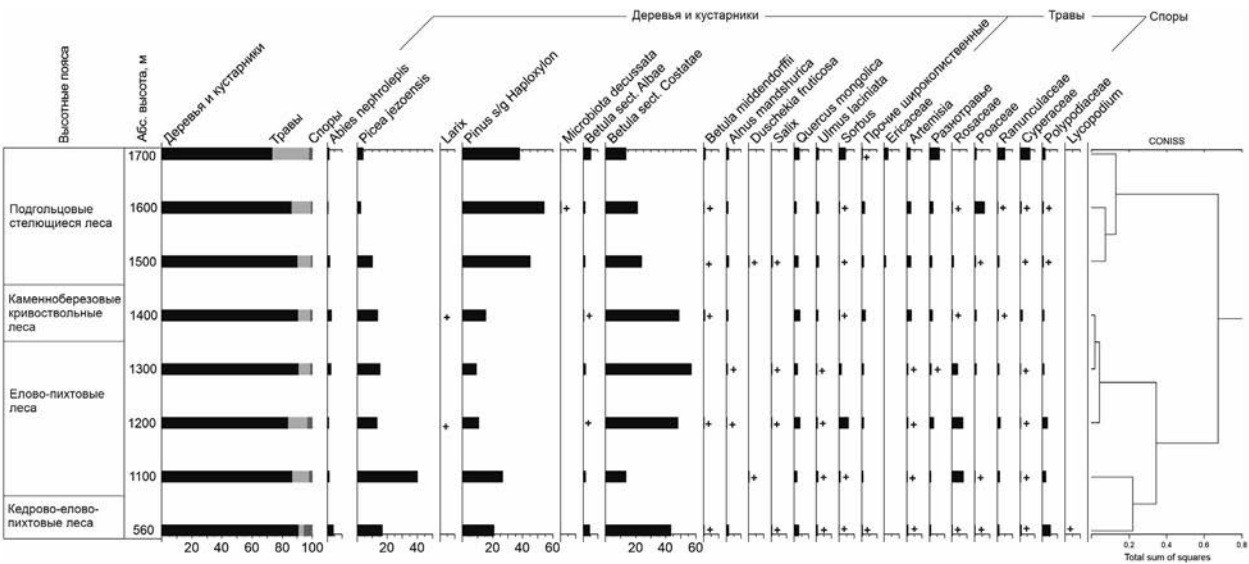


Рис. 4. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры из разных высотных поясов г. Облачной, Южный Сихотэ-Алинь.

и Южного Сихотэ-Алиня — до 2%, доминируют папоротники Polypodiaceae.

СПС **высокогорных еловых лесов** в верхней части пояса характеризуются доминированием пыльцы *Betula* sect. *Costatae* (до 57%). В большом количестве содержится пыльца хвойных: *Picea* (до 23%), *Pinus* s/g *Haploxylon* (до 13%). Участие пыльцы *Abies* в СПС г. Тордоки-Яни достигает 15%, а в спектрах горы Облачной не более 3%. В СПС высокогорных ельников единично присутствует пыльца *Larix*. Ассоциация субальпийских кустарниковых ельников фиксируется по возрастанию в СПС пыльцы *Sorbus sambucifolia* до 6% и Rosaceae (до 7%), представленной *Spiraea betulifolia*, характерно увеличение доли трав в общем составе до 5%. В нижней части пояса в СПС уменьшается содержание пыльцы *Betula* sect. *Costatae* (до 14%) и увеличивается *Picea* (до 48%). В СПС г. Тордоки-Яни также возрастает участие пыльцы *Pinus* s/g *Haploxylon* (до 15%), которая может принадлежать *Pinus koraiensis*, и *Abies* (до 10%), а еще спор папоротников Polypodiaceae (до 10%). Состав СПС отражает развитие ассоциации зеленомошных ельников.

СПС **кедрово-елово-пихтовых лесов** Южного Сихотэ-Алиня характеризуются снижением количества пыльцы хвойных, особенно *Picea* (17%) и *Pinus* s/g *Haploxylon* (21%), источником пыльцы которой здесь выступает *Pinus koraiensis*. Доля *Abies* в СПС возрастает до 4%, также увеличивается участие *Betula* sect. *Costatae* до 43%, *B. mandshurica* до 4% и *Alnus* до 2%. Отмечается возрастание суммы спор папоротников Polypodiaceae до 5% и появление спор *Lycopodium* — представителя хвойных и хвойно-широколиственных лесов.

В СПС, полученном для **долинного елово-лиственничного леса** Северного Сихотэ-Алиня, преобладает пыльца *Betula* sect. *Costatae* (35%), в меньшем количестве содержится пыльца *Picea* (17%), *Pinus koraiensis* (12%) и *B. sect. Albae* (10%). Отмечается снижение содержания пыльцы *Abies* до 6% и увеличение *Alnus* до 8%. Участие пыльцы *Larix*, *Duschekia*, *Populus*, *Corylus*, *Juglans*, *Sorbaria*, *Quercus* и *Ulmus* — 4%. Доля травянистых возрастает до 10%, среди которых выделяется Poaceae (3%), *Epilobium palustre* (2%), Cyperaceae и Ranunculaceae (по 1%), доля остальных таксонов <1%.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Субфосильные СПС высотных поясов Сихотэ-Алиня в разной степени отражают современную растительность, но в целом соответствуют доминантному составу растительного покрова на изученных высотных уровнях. В СПС всех растительных поясов значительно преобладает пыльца древесной растительности, доля которой закономерно увеличивается от горных тундр к горным лесам. На дендро-

грамме г. Тордоки-Яни (см. рис. 3) хорошо выделяется две группы: СПС лесной зоны и СПС подгольцового и гольцового поясов. На дендрограмме г. Облачной (см. рис. 4) также можно увидеть эти две группы, но между ними еще расположена группа СПС каменноберезняков, которая отражает постепенный переход от лесной зоны к субальпийской и соответствует верхней границе леса.

В субфосильных СПС горной тундры доминирует пыльца *Picea jezoensis* — основной лесообразующей породы высокогорных лесов. В нижней части пояса преобладает пыльца *Betula lanata* — основного лесообразователя на верхней границе леса (Вышин, 1990). Источником пыльцы *Pinus* s/g *Haploxylon* является *P. pumila* — один из наиболее распространенных высокогорных видов, который в верхнем поясе высокогорий встречается небольшими куртинками по микропонижениям, не превышая по высоте 0.3 м (Вышин, 1990). Таким образом, СПС горной тундры Северного Сихотэ-Алиня отвечают наиболее распространенному на верхней границе леса типу растительности — ельнику высокогорному с березой каменной, куда “языками” из выше лежащего пояса может заходить кедровый стланик. Для г. Ольховой (Южный Сихотэ-Алинь) выше границы леса были также получены лесные спектры с преобладанием пыльцы темнохвойных пород, в первую очередь ели (Мохова, Кудрявцева, 2022).

Наличие пыльцы ивы *Salix* в СПС верхней части гольцового пояса может говорить о распространении ивовой кустарниковой тундры. Пыльца *Salix* может принадлежать одному или нескольким видам. Для высокогорий г. Тордоки-Яни их приводится пять, *S. sichotensis* — условный эндем этой вершины (Вышин, 1990; Вышин, Харкевич, 1985). Пыльца *Sorbaria* может принадлежать узколокальному эндемичному виду северной половины Сихотэ-Алиня *Sorbaria rhoifolia*, который встречается среди глыб в нижней половине гольцового и подгольцового поясах (Шлотгауэр, 2011). В СПС горной тундры и верхней части подгольцового пояса Южного Сихотэ-Алиня, где лесной полог отсутствует, встречено наибольшее количество заносной пыльцы. Пыльца широколиственных пород дуба монгольского *Quercus mongolica*, ильма лопастного *Ulmus laciniata*, ореха маньчжурского *Juglans mandshurica*, лещины *Corylus*, а также *Alnus* и *Betula* sect. *Albae* на высокие гипсометрические уровни была принесена горно-долинными ветрами, восходящих воздушных потоков, из ниже лежащих поясов. Так, орех маньчжурский на Сихотэ-Алине не поднимается выше 500–600 м (Ареалы ..., 1977), дуб — обычно до 700 м (Воробьев, 1968), ильм лопастной — до 900–1000 м, лещина — до 1000–1100 м (Кудрявцева, 2012). Для СПС гольцов г. Ольховой

ВЫВОДЫ

(абс. высота 1669 м) Южного Сихотэ-Алиня также отмечался занос горно-долинными ветрами пыльцы широколиственных и ольхи (Короткий, 2002; Мохова, Кудрявцева, 2022).

Максимум пыльцы *Pinus s/g Haploxylon* в СПС гор Облачной и Тордоки-Яни приходится на подгольцовые заросли кедрового стланика *Pinus pumila*. Только в СПС верхней части подгольцового пояса г. Тордоки-Яни доминирует пыльца ели *Picea jezoensis*, что неточно отражает роль этой породы в фитоценозе и может быть связано с мозаичностью зарослей кедрового стланика на этом гипсометрическом уровне. В СПС нижней части подгольцового пояса г. Тордоки-Яни преобладает пыльца *Betula sect. Costatae*. Большое количество пыльцы *Betula sect. Costatae* не соответствует доле ее участия в составе фитоценозов горной тундры (до 43%), зарослей кедрового стланика (до 40%), елово-пихтовых (до 57%) и кедрово-елово-пихтовых лесов (до 43%). С.В. Прокопенко (2010) указывает, что в горах Южного Сихотэ-Алиня после пожара происходит замещение зарослей кедрового стланика на кустарниковые заросли березы шерстистой *Betula lanata*.

Для СПС Северного Сихотэ-Алиня из нижней полосы гольцов и подгольцового пояса характерно доминирование пыльцы вересковых *Ericaceae* в группе трав и кустарничков, что свидетельствует о преобладании сообществ с кашкарой *Rhododendron aureum* стелющейся формы. В СПС Южного Сихотэ-Алиня участие пыльцы вересковых незначительно.

СПС высокогорных еловых лесов гор Тордоки-Яни и Облачной различаются содержанием пыльцы *Abies*: в спектрах Северного Сихотэ-Алиня ее в пять раз больше, по сравнению со спектрами Южного Сихотэ-Алиня. Наибольшее количество спор папоротников присутствовало в СПС елово-пихтовых и кедрово-елово-пихтовых лесов.

В СПС долинного елово-лиственничного леса преобладающим компонентом является береза (35%), что закономерно для ветроопыляемых растений с высокой пыльцевой продуктивностью, где пыльцевая продуктивность основной лесообразующей породы ниже, чем у березы. А вот содержание пыльцы лиственницы в СПС занижено по сравнению с ролью этой породы в древостое, что связано с низкой пыльцевой продуктивностью, особенностями распространения и фоссилизации. Даже в сомкнутых лиственничных лесах доля пыльцы *Larix* может составлять всего 0.6–1.5% (Новенко и др., 2021). В настоящее время в результате хозяйственной деятельности человека или пожаров происходит широкое распространение вторичных березовых формаций на месте хвойных лесов.

Полученные данные могут служить методической основой для реконструкций палеорастительности Сихотэ-Алиня по данным спорово-пыльцевого анализа и разработки методических приемов оценки количественных палеоклиматических параметров.

Состав изученных субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов отражает, с одной стороны, существующую ландшафтно-климатическую высотную поясность, с другой – различную продуктивность и мобильность пыльцы разных видов растений, условия накопления осадков. При интерпретации фоссильных спорово-пыльцевых спектров необходимо учитывать, что наибольшее количество аллохтонной (заносной) пыльцы древесных таксонов содержится в тех спектрах, где лесной полог отсутствует. Количественное содержание пыльцы деревьев основных доминантов не всегда точно отражает роль этих таксонов в составе сообществ. Пыльцевая продуктивность высокоствольных берез превышает пыльцевую продуктивность основных лесообразующих пород во всех высотных поясах, кроме каменноберезняков, поэтому доля участия пыльцы берез в спорово-пыльцевых спектрах завышена. Содержание пыльцы лиственницы в спорово-пыльцевых спектрах сильно занижено по сравнению с ролью этой породы в древостое. Таким образом, при палеоландшафтной и палеоклиматической интерпретации спорово-пыльцевых комплексов требуется введение поправочных коэффициентов для оценки роли некоторых древесных пород в фитоценозе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ареалы деревьев и кустарников СССР / под ред. С.Я. Соколова, О.А. Связева, В.А. Кубли. Л.: Наука, 1977. Т. 1. 164 с.
- Аржанова В.С., Елпатьевский П.В. Геохимия, функционирование и динамика горных геосистем Сихотэ-Алиня (юг Дальнего Востока России). Владивосток: Дальнаука, 2005. 253 с.
- Воробьев Д.П. Дикорастущие деревья и кустарники Дальнего Востока. Л.: Наука, 1968. 277 с.
- Вышин И.Б. Сосудистые растения высокогорий Сихотэ-Алиня. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 186 с.
- Вышин И.Б., Харкевич С.С. Два новых вида (*Salix sichotensis* – *salicaceae*, *Chrysosplenium schagae* – *Saxifragaceae*) из Северного Сихотэ-Алиня // Ботанический журн. 1985. Т. 70. № 8. С. 1120–1125.
- Калесник С.В. Основы общего землеведения. М.–Л.: Учпедгиз, 1947. 483 с.
- Киселев А.Н., Кудрявцева Е.П. Высокогорная растительность южного Приморья. М.: Наука, 1992. 117 с.

- Колесников Б.П.* Растительность восточных склонов среднего Сихотэ-Алиня // Тр. Сихотэ-Алинск. гос. заповед. 1938. Вып. 1. С. 25–207.
- Колесников Б.П.* Растительность // Дальний Восток. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 183–246.
- Колесников Б.П.* Высокогорная растительность Среднего Сихотэ-Алиня. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1969. 106 с.
- Короткий А.М.* Географические аспекты формирования субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов (юг Дальнего Востока). Владивосток: Дальнаука, 2002. 271 с.
- Короткий А.М., Коробов В.В., Скрыльник Г.П.* Изменение растительности в верхнем поясе гор под действием экзогенных процессов (поздний плейстоцен – голоцен) // Бюлл. Ботанич. сада-института ДВО РАН. 2009. Вып. 4. С. 41–49.
- Кудрявцева Е.П.* Уточнение высотных пределов распространения некоторых видов дендрофлоры на Южном Сихотэ-Алине // Леса российского Дальнего Востока: мониторинг динамики лесов российского Дальнего Востока. Владивосток: ЛАИНС, 2012. С. 87–91.
- Куренцова Г.Э.* Растительность Приморского края. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1968. 192 с.
- Мохова Л.М., Кудрявцева Е.П.* Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры как отражение высотной поясности Южного Сихотэ-Алиня // Геосистемы переходных зон. 2022. Т. 6. № 1. С. 43–53. <https://doi.org/10.30730/gtr.2022.6.1.043-053>
- Новенко Е.Ю., Мазей Н.Г., Куприянов Д.А., Филимонова Л.В., Лаврова Н.Б.* Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры лиственных лесов Центральной Эвенкии: особенности интерпретации для целей палеоэкологических исследований // Экология. 2021. № 6. С. 403–411. <https://doi.org/10.31857/S0367059721060093>
- Прокопенко С.В.* Таксономический состав и анализ высокогорной флоры Южного Сихотэ-Алиня // Комаровские чтения. 2010. Вып. 58. С. 37–13.
- Пыльцевой анализ / под ред. И.М. Покровской. Л.: Гостеолиздат, 1950. 570 с.
- Развитие природной среды юга Дальнего Востока (поздний плейстоцен-голоцен) / под ред. А.М. Короткого, С.П. Плетнева, В.С. Пушкаря и др. М.: Наука, 1988. 240 с.
- Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Макарова Т.Р., Паничев А.М., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Старикова А.А.* Развитие ландшафтов Шкотовского плато Сихотэ-Алиня в позднем голоцене // Изв. РАН. Сер. геогр. 2016. № 3. С. 65–80.
- Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Копотева Т.А., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Климин М.А.* Развитие природной среды среднегорья Южного Сихотэ-Алиня, запечатленное в разрезах торфяников Сергеевского плато // Тихоокеанская геология. 2019. Т. 38. № 1. С. 13–31. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2019-38-1-13-31>
- Розенберг В.А.* Пихтово-еловые леса Южного Сихотэ-Алиня. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ДВ филиал АН СССР, 1955. 18 с.
- Розенберг В.А.* Верхний предел лесов в горах материкового побережья Дальнего Востока // Растительность высокогорий и вопросы ее хозяйственного использования. М.–Л.: Наука, 1966. С. 219–230.
- Симонов П.С.* Население мышевидных грызунов Северного Сихотэ-Алиня в условиях природно-антропогенного воздействия // Вестн. КрасГАУ. 2016. № 4. С. 58–64.
- Соловьев В.В.* Следы древнего оледенения и перигляциальных условий в Южном Приморье // Проблемы четвертичного оледенения Сибири и Дальнего Востока. Л.: ВСЕГЕИ, 1961. С. 141–148.
- Шлотгауэр С.Д.* Особенности высокогорной растительности хребта Сихотэ-Алинь на примере горы Ко (Хабаровский край) // Сибирский экологический журн. 2011. № 2. С. 215–220.
- Grimm E.C.* Tilia software 2.0.2. Springfield: Illinois State Museum Research and Collection Center, 2004.

Subfossil Pollen Spectra in the Altitudinal Belts of the Sikhote-Alin

M. S. Lyashchevskaya^{a,*}

^a*Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia*

^{*}*e-mail: lyshevskay@mail.ru*

This paper presents the characteristics and comparison of subfossil pollen spectra of modern plant communities in the altitudinal zones of the Northern Sikhote-Alin and the Southern Sikhote-Alin, using the cases of the Tordoki-Yani Mountain (absolute altitude 2090 m) and Oblachnaya Mountain (absolute altitude 1858 m). All pollen spectra from high mountains reflect the forests caused by long-distance transport of tree pollen. Due to the abundance of *Picea* pollen, the pollen spectra of the mountain tundra and upper part of the subalpine belts of the Northern Sikhote-Alin correspond to the most common type of vegetation at the upper forest border—the high-mountain spruce forest with *Betula lanata*, where *Pinus pumila* thickets can reach from the overlying belt. The largest amount of allochthonous pollen was found in the pollen spectra on the site without forest canopy. The pollen of broad-leaved trees was brought to high hypsometric levels by mountain-valley winds, rising air currents, from the underlying belts. The quantitative content of pollen of the main dominants of each altitudinal plant zone does not always accurately reflect the role of these taxa in the composition of the communities. The pollen productivity of *Betula lanata* exceeds the pollen productivity of the main forest forming species in all altitudinal zones, with the exception of the stone birch forests, therefore the share of its participation in the composition of the pollen spectra is overestimated. In the studied pollen spectra the content of *Larix* pollen is greatly underestimated compared to the role of this species in the forest stand, especially in soil samples from larch forest. It is associated with low pollen productivity, distribution and fossilization characteristics.

Keywords: Oblachnaya Mountain, Tordoki-Yani Mountain, alpine tundra belt, sub-alpine belt, forest border, high-mountain forests, pollen analysis

REFERENCES

- Arealny derev'ev i kustarnikov SSSR. Tom 1* [Distribution Ranges of Trees and Shrubs in USSR. Vol. 1]. Sokolov S.Ya., Syvazeva O.A., Kubli V.A., Eds. Leningrad: Nauka Publ., 1977. 164 p.
- Arzhanova V.S., Elpat'evskii P.V. *Geokhimiya, funktsionirovanie i dinamika gorn'nykh geosistem Sikhote-Alinya (yug Dal'nego Vostoka Rossii)* [Geochemistry, Functioning and Dynamics (Sikhote-Alin Mountains, Southern Russian Far East)]. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2005. 253 p.
- Grimm E.C. *Tilia software 2.0.2*. Springfield: Illinois State Museum Research and Collection Center, 2004.
- Kalesnik S.V. *Osnovy obshchego zemlevedeniya* [Basics of General Geoscience]. Moscow, Leningrad: Uchpedgiz Publ., 1947. 483 p.
- Kiselev A.N., Kudryavtseva E.P. *Vysokogornaya rastitel'nost' yuzhnogo Primor'ya* [High-Mountain Vegetation of South Primorie]. Moscow: Nauka Publ., 1992. 117 p.
- Kolesnikov B.P. Vegetation of the eastern slopes of the middle Sikhote-Alin. In *Trudy Sikhote-Alinskogo gosudarstvennogo zapovednika. Vyp. 1* [Proc. of the Sikhote-Alin State Reserve. Vol. 1], 1938, pp. 25–207. (In Russ.).
- Kolesnikov B.P. Vegetation. In *Dal'nii Vostok* [Far East]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1961, pp. 183–246. (In Russ.).
- Kolesnikov B.P. *Vysokogornaya rastitel'nost' Srednego Sikhote-Alinya* [Alpine Vegetation of the Middle Sikhote-Alin]. Vladivostok: Dal'nevostochnoe knizhnoe izd-vo, 1969. 106 p.
- Korotkii A.M. *Geograficheskie aspekty formirovaniya subfossil'nykh sporovo-pyl'tsevykh kompleksov (yug Dal'nego Vostoka)* [Geographical Aspects of the Formation of Subfossil Spore-Pollen Complexes (South of the Far East)]. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2002. 271 p.
- Korotkii A.M., Korobov V.V., Skrylnik G.P. Vegetation changes in the upper mountain belts under influence of exogenous processes (Late Pleistocene – Holocene). *Byull. Botan. Sada-Inst. DVO RAN*, 2009, vol. 9, pp. 41–49. (In Russ.).
- Kudryavtseva E.P. Updating the altitudinal limits of the distribution of some dendroflora species in the South Sikhote-Alin. In *Lesa rossiiskogo Dal'nego Vostoka: monitoring dinamiki lesov rossiiskogo Dal'nego Vostoka* [Forests of the Russian Far East: Monitoring the Dynamics of the Russian Far East Forests]. Vladivostok: LAINS Publ., 2012, pp. 87–91. (In Russ.).
- Kurentsova G.E. *Rastitel'nost' Primorskogo kraya* [Vegetation of Primorsky Krai]. Vladivostok: Dal'nevostochnoe knizhnoe izd-vo, 1968. 192 p.
- Mokhova L.M., Kudryavtseva E.P. Subfossil pollen spectra as evidence of the altitudinal zonation of the Southern Sikhote-Alin. *Geosist. Perekhod. Zon*, 2022, vol. 6, no. 1, pp. 43–53. (In Russ.).
<https://doi.org/10.30730/gtr.2022.6.1.043-053>
- Novenko E.Y., Mazei N.G., Kupriyanov D.A., Filimonova L.V., Lavrova N.B. Subfossil spore–pollen spectra from larch forests of Central Evenkia: special aspects of interpretation for paleoecological research. *Russ. J. Ecol.*, 2021, vol. 52, pp. 429–437.
<https://doi.org/10.1134/S1067413621060096>
- Prokopenko S.V. Taxonomic composition and analysis of the high-mountains flora of the Southern Sikhote-Alin Range. *Komarov. Chteniya*, 2010, vol. 58, pp. 37–131. (In Russ.).

- Pyl'tsevoi analiz* [Pollen Analysis]. Pokrovskaya I.M., Ed. Leningrad: Gosgeolizdat Publ., 1950. 570 p.
- Razvitiie prirodnoi sredy yuga Dal'nego Vostoka (pozdnii pleistotsen-golotsen)* [Development of the Environment of the South of the Far East (Late Pleistocene-Holocene)]. Korotkii A.M., Pletnev S.P., Pushkar' V.S., et al., Eds. Moscow: Nauka Publ., 1988. 240 p.
- Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Mokhova L.M., Markarova T.R., Panichev A.M., Kudryavtseva E.P., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Starikoiva A.A. The development of landscapes of the Shkotovo plateau of Sikhote-Alin in the Late Holocene. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2016, no. 3, pp. 65–80. (In Russ.).
- Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Kopoteva T.A., Kudryavtseva E.P., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Klimin M.A. Development of the natural environment of midlands of the Southern Sikhote-Alin recorded in the Sergeev plateau peat bogs. *Russ. J. Pac. Geol.*, 2019, vol. 13, no. 1, pp. 11–28.
<https://doi.org/10.1134/s1819714019010056>
- Rozenberg V.A. Fir-spruce forests of Southern Sikhote-Alin. *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*. Vladivostok: FEB AS USSR, 1955. 18 p.
- Rozenberg V.A. The upper limit of forests in the mountains of the continental coast of the Far East. In *Ras-titel'nost' vysokogorii i voprosy ee khozyaistvennogo is-pol'zovaniya* [Highland Vegetation and Issues of Its Economic Use]. Moscow, Leningrad: Nauka Publ., 1966, pp. 219–230. (In Russ.).
- Simonov P.S. The rodent's population of North Sikhote-Alin in the natural and anthropogenic impact. *Vestn. KrasGAU*, 2016, no. 4, pp. 58–64. (In Russ.).
- Solov'ev V.V. Traces of ancient glaciation and periglacial conditions in Southern Primorye. In *Problemy chetvertichnogo oledeneniya Sibiri i Dal'nego Vostoka* [Problems of Quaternary Glaciation in Siberia and the Far East]. Leningrad: VSEGEI Publ., 1961, pp. 141–148. (In Russ.).
- Schlotgauer S.D. Specificity of high-mountain vegetation of the Ko Mountain (Khabarovsk Krai). *Sibir. Ekol. Zh.*, 2011, no. 2, pp. 215–220. (In Russ.).
- Vorob'ev D.P. *Dikorastushchie derev'ya i kustarniki Dal'nego Vostoka* [Wild Trees and Shrubs of the Far East]. Leningrad: Nauka Publ., 1968. 277 p.
- Vyshin I.B. *Sosudistye rasteniya vysokogorii Sikhote-Alin-ya* [Vascular Plants of the Sikhote-Alin Highlands]. Vladivostok: Izd-vo DVO AN SSSR, 1990. 186 p.
- Vyshin I.B., Kharkevich S.S. Two new species (*Salix sichotensis* – salicoceae, *Chrysosplenium schagae* – Saxifragaceae) from Northern Sikhote-Alin. *Botan. Zh.*, 1985, vol. 70, no. 8, pp. 1120–1125. (In Russ.).

ЛИТЕРАТУРНАЯ ГЕОГРАФИЯ И ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОКУЛЬТУРНЫХ ТЕКСТОВ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРНОМОРСКИХ ТЕКСТОВ РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ)

© 2024 Д. Н. Замятин^{1, 2, *}

¹Национальный исследовательский университет “Высшая школа экономики”, Москва, Россия

²Арктический государственный институт культуры и искусств, Якутск, Россия

*e-mail: dzamyatin@hse.ru

Поступила в редакцию 17.01.2024 г.

После доработки 13.03.2024 г.

Принята к публикации 14.03.2024 г.

Статья посвящена проблеме формирования геокультурных текстов в рамках литературной географии. Важная часть литературно-географических штудий — изучение географических образов, представленных в литературных произведениях. Понятие геокультурного текста позволяет типологизировать литературно-географические образы применительно к тем или иным геокультурам. Локальные геокультуры, обладающие развитой литературной традицией, имеют, как правило, ряд репрезентативных геокультурных текстов, характеризующих ландшафтные и образные особенности развития данной территории. Эволюция черноморского текста рассматривается с помощью концептов геокультуры и геокультурного текста. В качестве ключевых образов, определяющих развитие черноморского текста, исследуются образы юга, экзотики и античности. Особое внимание уделено становлению взаимосвязей между образами Крыма и античности. Морская “экзотика”, соединенная с “атмосферой” античности, окраинной древности европейской культуры, оказалась наиболее сильным эмоциональным стимулом формирования как южных, так и собственно черноморских образов в русской литературе. В геокультурном контексте “кристаллизация” черноморского текста русской литературы происходит к концу XIX — началу XX в. (И. Бунин, А. Куприн). Это происходит благодаря насыщенным ландшафтными описаниям, дающим возможность говорить о “черноморской ауре” этих текстов и о возникновении “черноморских онтологий”. В дальнейшем содержательное ядро черноморского геокультурного текста в XX в. определяют произведения М. Волошина, О. Мандельштама, И. Бабеля, А. Грина, К. Паустовского, В. Катаева. Посредством “кристаллизации” крымского и черноморского текстов и модерного пересоздания собственного образа “черноморской античности” в течение всего XX в. русская культура творила свою геокультурную “древность” в рамках европейского геокультурного пространства. Благодаря творчеству И. Бродского (“римский” и “имперский” локусы) крымский и черноморский тексты расширяют свое семантическое поле, оказываясь “узлом” метафорического уподобления, объединяющего средиземноморский геокультурный ареал и геокультурные зоны влияния русской литературы.

Ключевые слова: литературная география, географический образ, геокультура, геокультурный текст, черноморский текст, юг, экзотика, античность, Крым, Одесса

DOI: 10.31857/S2587556624020113, EDN: DSIHUD

ВВЕДЕНИЕ

Литературная география — одна из наиболее важных областей исторической, культурной и гуманитарной географии; в то же время она является междисциплинарным полем исследований, в котором представлены также работы филологов, лингвистов, культурологов, историков, антропологов, социологов, философов. Ее предмету, методологии и теории посвящено большое

количество исследований (Калуцков, 2016; Морозова, 2020; Hones, 2014; Noble and Dhussa, 1990; Росок, 1988); еще более многочисленны работы по литературам и литераторам отдельных стран, регионов и местностей (Веденин, 1997; Вопросы ..., 2020; Замятин, 2001; Лавренова, 1998; Лаппо, 2007; Литературная ..., 2022; Люсый, 2016; Макаковский, 2006; Морозова, 2021; Cooper and Gregory, 2011; Lavrenova, 2019; Moretti, 1999). Существенной частью литературно-географи-

ческих штудий является также изучение различных миров географического воображения, представленных в литературных произведениях (это может касаться как выдуманных, фантастических территорий — например, “Чевенгур” Андрея Платонова, “Средиземье” Джона Толкина, “Земноморье” Урсулы Ле Гуин или “Макондо” Габриэля Гарсия Маркеса — так и образов хорошо известных реальных территорий, местностей и городов) (Замятин, 1999, 2013; Травкин, 2017; Lavrenova, 2020; Zamyatin, 2016).

Естественно, что исследования географических образов в литературных произведениях, помимо собственно феноменологической составляющей, связаны также с различного рода научными типологизациями подобных образов (Замятин, 2006; Никанорова, 2008; MacLeod et al., 2009). Одна из наиболее очевидных типологий — геокультурная, опирающаяся на ландшафтные (как природные, так и культурные и антропогенные) маркеры, присутствующие в том или ином литературном тексте — например, степные, морские, горные, промышленные, городские и т.д. (Замятин, 2023). Исходя из этого, исследуя конкретный литературный текст, можно отнести его целиком или частично (фрагментарно) к определенным ландшафтным или же геокультурным типам. Возможны тексты как с доминированием одного геокультурного типа, так и с сочетаниями нескольких, взаимодействующих между собой или же дистанцированных друг от друга типов — в пределах соответствующего нарратива, сюжета и дискурса.

Если предположить, что определенные геокультуры репрезентируются соответствующими культурными ландшафтами (Замятин, 2021), а также и соответствующими литературными текстами, то можно говорить не только о текстах определенного геокультурного типа, но и о геокультурных текстах как таковых. Иначе говоря, локальные геокультуры, обладающие развитой литературной традицией, имеют, как правило, ряд геокультурных текстов, характеризующих ландшафтные особенности развития данной территории. Конечно, литературные геокультурные образы всегда отличаются от тех локальных реальностей, которые могут видеть и анализировать заинтересованные наблюдатели и/или исследователи — однако они могут глубоко, ярко репрезентировать те или иные специфические особенности места, города, региона, страны, а во многом и способствовать конкретному направлению изучения территории.

Итак, геокультурный текст — это текст, содержание которого характеризуется уникальной географической/геокультурной спецификой, репрезентированной соответствующими географическими/геокультурными образами

и соответствующей геокультурной семантикой; см. также (Замятин, 2023). В качестве геокультурных текстов могут рассматриваться тексты, различные по генезису и жанру, однако в узком смысле, как правило, к ним могут быть отнесены, прежде всего, литературные или паралитературные тексты (поэтические, прозаические, эссеистические, публицистические, а также травелоги). В широком смысле, к текстам определенных локальных или региональных геокультурных традиций в некоторых случаях могут быть отнесены тексты других жанров — например, религиозные, философские, историософские, научные; посты в соцсетях, мессенджерах и т.д. Несомненно также, что выдающиеся образцы локальных геокультурных текстов (естественно, в первую очередь, литературных) могут иметь масштабное общекультурное значение для отдельных стран, макрорегионов или же мира в целом (например, романы Шолохова, Фолкнера или роман “Улисс” Джойса). Наконец, в качестве геокультурных текстов могут рассматриваться не только письменные тексты, но и визуальные (живопись, графика, кино, видео, граффити, керамика и т.д.) и музыкальные произведения — как фольклорного, так и авторского происхождения. В настоящей работе исследуются только литературные геокультурные тексты.

Важно отметить, что исследования геокультурных текстов могут сочетаться и взаимодействовать с исследованиями локальных текстов в литературоведении, имеющими уже богатую традицию, начиная с известных работ советских и российских филологов Ю.М. Лотмана и В.Н. Топорова (Геопанорама ..., 2004; Замятин, 2021). Если первоначально речь шла только о петербургском тексте русской литературы, то к настоящему времени в российском литературоведении представлено множество работ, посвященных не только локальным текстам отдельных городов и регионов России, но также гипертекстам крупных регионов — например, Урала (под гипертекстом определенного региона понимается система обобщенных, наиболее важных знаков и символов, присутствующих в ключевых литературных текстах, имеющих отношение к региону и репрезентирующих его литературно-географический образ). Наряду с этим, говорится также и о системе локальных текстов, характеризующих в целом литературную географию страны — в данном случае, России (Лыткина, 2010; Люсый, 2014). Понятие геокультурного текста, опирающееся на концепты геокультуры и культурного ландшафта, может как бы “заземлить” концепцию локальных текстов, помогая осознать типологические особенности локализации текстов; с другой стороны, понятие локального текста позволяет

более четко и быстро выделять тексты для соответствующей геокультурной идентификации и дальнейшего геокультурного анализа.

Далее мы попробуем показать это на примере первичного геокультурного анализа черноморских текстов русской литературы, начатого нами в одной из предыдущих работ (Замятин, 2023).

ЧЕРНОМОРСКИЙ ТЕКСТ РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ЕГО ГЕОКУЛЬТУРНЫЙ АНАЛИЗ: СПЕЦИФИКА ПОДХОДА

Черноморский текст русской литературы — один из ее важнейших локальных текстов. Именно он оказался ключевым для понимания онтологических аспектов развития русской культуры в контексте морской тематики и ее содержательных репрезентаций.

В рамках нашей первой публикации о черноморском тексте русской литературы в контексте концепции геокультуры (Замятин, 2023) мы постарались показать взаимосвязи геокультур (Замятин, 2002) и локальных текстов, введя новое понятие — *геокультурный текст*. В этой же работе было обосновано и другое понятие — *геокультурная интенциональность*, дополняющее предыдущее. Благодаря новому теоретическому аппарату нам удалось описать первичную специфику генезиса и эволюции черноморских геокультурных текстов, а также показать место черноморского геокультурного текста (в типологическом смысле) в системе локальных текстов русской литературы.

В настоящей работе сделана попытка развить высказанные ранее основные положения с помощью детального геокультурного анализа и интерпретации базового массива ключевых “черноморских” текстов русской литературы. Конечно, количество и объем произведений русской литературы, имеющих отношение к черноморской тематике (а также и работ, посвященных им), огромны, и они постоянно увеличиваются — в силу этого в данном исследовании рассматриваются, так или иначе, лишь ключевые, на наш взгляд, произведения и их авторы, оказавшие наиболее существенное

влияние на трансформацию и эволюцию черноморских текстов. Естественно, мы понимаем, что наш подход может быть оценен как “субъективный” — тем не менее, применяемая нами геокультурная и ландшафтная “оптика” позволяет выявить существенно значимые, типологические черты и признаки черноморского текста русской литературы как такового, вне тесной зависимости или же привязки к тому или иному конкретному, хорошо известному тексту и произведению.

ИНТЕНЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЧЕРНОМОРСКОГО ТЕКСТА РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

В интенциональном плане черноморский геокультурный текст русской литературы обладает несколькими, взаимно переплетающимися существенными особенностями. Для русской культуры широкий выход к Чёрному морю — событие по историческим меркам относительно недавнее. Морские образы впервые столь глубоко ощущаются, переживаются, осмысляются в литературных репрезентациях, преимущественно с начала XIX в. Более ранний литературный аспект такого освоения — это геополитическая одическая риторика на античном фоне в рамках литературного классицизма¹. Поскольку русская литература в течение XVIII — первой половины XIX в. типологически оформилась как европейская, то в значительной степени ее черноморский текст формировался в этот длительный период как своего рода “вышивание по канве” в контексте господствующих эпох в европейской культуре и литературе — прежде всего, классицизма, сентиментализма и романтизма (Зорин, 2001). При этом, конечно, была и определенная специфика, связанная со становлением Российской империи как мощной европейской державы в XVIII столетии и, вследствие этого, с особым пафосом черноморских завоеваний и приобщения к античной культуре и средиземноморскому кругу европейских и христианских народов²; здесь же — очевидный романтический байронизм Пушкина периода южной ссылки, безусловно, отличается уже геокультурным

¹ Характерный пример подобного стиля — ода “На приобретение Крыма” (1784) поэта Василия Петрова (1736–1799), в которой практически полностью отсутствуют какие-либо приметы крымского и/или черноморского ландшафта, но в то же время постоянно муссируется геополитическая риторика с восхвалением Екатерины II и унижением Османской империи. См. также: (Живов, 2000).

² Здесь, безусловно, необходимо выделить первого русского поэта, воспевавшего Крым, — Семёна Боброва (поэма “Херсониды”, первоначальное название — “Таврида”, 1798, 1804); также сборник стихотворений писателя и поэта Андрея Муравьёва — “Таврида” (1827), произведения в котором значительно уступают по своим художественным достоинствам произведению Боброва. Существенно отметить, что поэма Боброва, очевидно, была важным контекстом для написания Пушкиным его поэмы “Бахчисарайский фонтан” (1821–1823) — безусловного “ориенталистского” романтического шедевра и русской литературы в целом, и ее крымского текста. Конечно, для русской литературы конца XVIII — первой половины XIX в. Крым был источником преимущественно традиционных, европейских по своему происхождению, образов Востока, преломленных сквозь историко-культурное и политическое наследие Крымского ханства. См. также: (Коровин, 2004).

своеобразием, особо педалирующим тему символического схода морской (черноморской) стихии и чувства свободы (стихотворение “К морю”, 1824).

Немаловажно также, что черноморский текст русской культуры развивался во многом как южный и “экзотический”. Несмотря на то, что Чёрное море попадает в круг российской истории уже с IX в., оно остается чаще всего лишь “эпизодом” или формальным местом действия для отдельных фрагментов исторического летописания и описаний различных паломничеств. Активное формирование русской черноморской геокультуры начинается лишь с конца XVIII — начала XIX в., причем освоение черноморского побережья и прилегающих к нему районов ведется за счет в основном миграций из более северных районов России и Украины, а также иммиграции из европейских стран, в основном отдаленных от средиземноморского ареала (История ..., 2017). В этой геокультурной ситуации черноморский текст русской литературы складывался поначалу часто как “экзотический”: приметы юга, эмоциональное удивление перед южным черноморским ландшафтом и его спецификой — природа, люди, их привычки и обычаи, особенности хозяйствования — все это оказывается прочувствованным и осмысленным исторически гораздо более северной российской геокультурой в целом³.

В известном смысле, Чёрное море, его побережье, исторические памятники и города оказались “школой юга” для относительно молодой,

но быстро “мужавшей” русской литературы. Хотя и тогдашняя Новороссия, и горный Кавказ тоже были источниками мощных, по-настоящему южных географических образов, именно морская “экзотика”, соединенная с “атмосферой” античности, окраинной древности европейской культуры, оказалась наиболее сильным эмоциональным стимулом формирования как южных, так и собственно черноморских образов в русской литературе. В течение всего XIX в. число литературных произведений, в которых фигурируют описания Чёрного моря и черноморских ландшафтов, постоянно увеличивается, однако “кристаллизация” черноморского текста русской литературы происходит только к концу XIX — началу XX в.

В ПОИСКАХ ЧЕРНОМОРСКОЙ ОНТОЛОГИИ: “КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ” ЧЕРНОМОРСКОГО ТЕКСТА РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ. КРЫМ И АНТИЧНОСТЬ

Несмотря на то, что Чёрное море присутствует — скорее, как фон — в “Севастопольских рассказах” Льва Толстого и, в значительной мере, как своеобразный южный крымский ландшафт в произведениях Константина Леонтьева⁴, оно не получает в них тех художественных характеристик и описаний, которые позволили бы говорить о “черноморскости” этих текстов. По всей видимости, появление подобных “черноморских” текстов можно отнести уже к литературной эпохе модернизма, когда некоторые про-

³ Современный российский писатель Игорь Клех в своем геопоэтическом эссе “Школа юга” говорит в основном о важности для русского геокультурного пространства и русской литературы Киева и “киевской школы”, однако, на наш взгляд, о “школе юга” русской литературы и культуры можно говорить в более широком смысле, имея в виду значимость геокультурного/образно-географического освоения Украины, Кавказа, черноморского побережья в целом. На начальном этапе геокультурного освоения русской литературой черноморского побережья (конец XVIII — начало XIX в.) большинство художественных описаний балансировало в той или иной степени между чисто историко-топографическим, историко-этнографическим “штилем” и господствовавшей в это время сентименталистской традицией. Так или иначе, значительная часть подобных произведений представляла собой смесь очевидного ориентализма (граничащего и во многом совпадающего, естественно, с “экзотическим взглядом” — здесь наиболее показательны были описания жизни и быта крымских татар, татарских городков и местечек) с сентиментальным восхищением пышной “южной” природой Причерноморья, особенно Крыма (генетически восходящим к взглядам Руссо и руссоизму), “прослоенную” также античными аллюзиями (характерный пример — “Путешествие по всему Крыму и Бессарабии в 1799 году” Павла Сумарокова (? — 1846), племянника поэта и драматурга А.П. Сумарокова). Спустя треть века подобный южный романтизированный экзотизм продолжает сохраняться — например, в классической повести Михаила Лермонтова “Тамань”. См. в связи с этим: (Шёнле, 2004).

⁴ Константин Леонтьев служил в Крыму батальонным лекарем в 1854–1857 гг., затем еще раз возвращался туда в 1861 г. Действие его повести “Исповедь мужа” (1867) практически полностью происходит на южном побережье Крыма. Хотя саму повесть можно отнести к реалистическому направлению, эмоциональные описания крымской природы от лица главного героя можно уверенно охарактеризовать как постромантические, явно наследующие южно-ориенталистской традиции предыдущей эпохи, например: “Что за день сегодня! Я ездил утром верхом. Море бледно-фиолетовое и как зеркало. Тишина. На шоссе холодно, на Яйле снег, а внизу в садах как майский день в России. Я встретил в своей роще татарку, которая собирала хворост. Она из бедной семьи, но здесь и бедность не страшна. Что за мир, что за живое забвение! Какие слова изобразят то, что я чувствовал? Только прекрасные стихи могли бы сравняться и с природой этой, и с тихой жизнью здешних людей, и с тем ощущением восторженного покоя, которым я упивался сегодня, когда лошадь моя то осторожно опускалась с камня на камень по высохшему руслу ручья, то бежала с горы на горку по гладкой дороге. Какое счастливое сочетание диких картин с изящными следами просвещения! Здесь надо мной сосна поднялась из голого камня и на такой отвесной громаде, что смотреть на нее от подошвы трудно, а у подножья этого гигантского камня шоссе; а прямо с шоссе один шаг в поблекший на зиму цветник и на чистый двор готической дачи. Иные деревья в саду обронили листья, а другие — лавр, кипарис и лавровишневый куст зелены как летом. К ограде, по которой сам собою ползет плющ, привязаны две прекрасные оседланные лошади. Высокая девушка в легком платье гуляет с книгой между миртами. Еще шаг — и дача волшебным образом скрылась за куполом черной сланцевой скалы, округленной, как хребет скорченного зверя. Страшные глыбы серых камней в вековой неподвижности как бы катятся с гор в море. Татарка на плоской крыше стелет ковер; из трубы дымок; красный перец висит у дверей... Аулы тонут в зелени... Нет, один Пушкин достоин был этой жизни...”.

изведения, прежде всего, Бунина⁵ и Куприна⁶, оказываются уже “черноморскими” в силу как очевидной сюжетной локализации, так и благодаря насыщенным ландшафтными описаниям, дающим возможность говорить как о “черноморской ауре” этих текстов, так и о возникновении, своего рода, “черноморской онтологии” (или онтологий), выявляющей неотъемлемые и оригинальные свойства и качества этих ландшафтов и, собственно, российской черноморской геокультуры⁷. Уже следующие два-три поколения российских писателей (как поэтов, так и прозаиков) разрабатывают это первоначальное, базисное образно-символическое поле и создают тем самым хорошо структурированный черноморский текст, чьи основные характеристики определяются литературными особенностями эпохи Модерна — как собственно литературного, так и, шире, — исторического.

Естественно, что к концу XIX — началу XX в., когда Крым уже стал одним из наиболее популярных южных курортов России, многие русские писатели бывали и отдыхали в Крыму. В это время начинает формироваться достаточно автономный и внушительный массив литературных произведений, посвященных Крыму или же написанных на крымском материале. Русская поэзия хронологически несколько опередила прозу, но в целом можно говорить о становлении “крымского субстрата” русской литературы к 1920-м — 1930-м годам. Конечно, важным кризисным этапом развития крымского текста стал исход русской интеллигенции, в том числе многих писателей, из Крыма в эмиграцию в 1920 г. Позднейшие произведения дают очень экспрессивный образ Крыма, Таврии и южных причерноморских степей в эпоху гражданской войны (особенно роман “Вечер у Клэр” Гайто Газданова, пьеса Михаила Булгакова “Бег”,

фрагменты воспоминаний Владимира Набокова “Другие берега”, повести Н. Раевского, а также трагический роман Ивана Шмелёва “Солнце мертвых”). Уже после Второй мировой войны был сформирован базовый патриотически-военный слой крымского текста, основанный, главным образом, на двух героических оборонах Севастополя и начатый еще “Севастопольскими рассказами” Толстого, продолженный эпосом Сергеева-Ценского “Севастопольская страда” и произведениями советской литературы об обороне Севастополя в 1941–1942 гг. (здесь стоит выделить рассказы Леонида Соболева). Интересно, что Антон Чехов, родившийся в Таганроге, на берегах Азовского моря и ставший ялтинским жителем поневоле, так и не стал крымским “гением места”, хотя и написал здесь ряд своих известных произведений (фактически лишь его рассказ “Дама с собачкой” имеет очевидный крымский подтекст) [см. (Кожин, 2020)]. Если же говорить о русских писателях — крымских “гениях места”, то к ним можно отнести, безусловно, Сергеева-Ценского (Алушта), Максимилиана Волошина (Коктебель) и Александра Грина (Феодосия, Старый Крым). Во второй половине 2000-х годов подобную стратегию крымского гения места — теперь уже по отношению к Керчи — попытался реализовать крымский, украинский и русский поэт, эссеист и культуртрегер Игорь Сид, ориентируясь на пример Максимилиана Волошина. Тем не менее эта попытка окончилась неудачно, и Сид окончательно перебрался на постоянное жительство в Москву.

Отдельно стоит сказать о влиянии на крымский и черноморский тексты русской литературы Максима Горького. Его ранние произведения 1890-х годов (“Хождения по Руси”) во многом связаны со скитаниями по югу Российской им-

⁵ Иван Бунин с 1896 по 1918 г. ежегодно приезжал в Одессу, неоднократно выступал здесь с чтением стихов и рассказов. Он также неоднократно приезжал в Крым, где часто общался в Ялте с Антоном Чеховым. С 1918 по 1920 г. жил в Одессе, откуда и эмигрировал. Его книга “Окаянные дни” описывает период гражданской войны в Одессе. Небольшой крымский “пласт” присутствует также в его романе “Жизнь Арсеньева”. В 1900–1906 гг. Буниным написано несколько стихотворений, живо передающих образы черноморского ландшафта. Интересно, что в этих стихотворениях отсутствует историко-культурный, в том числе античный подтекст, и в то же время развиваются архетипические образы моря как такового и океанские мотивы (Чёрное море для него не окраинный водоем Мирового океана, а полноценный выход к ландшафтному “богатству” всего мира) (Билык, 2006). Важно отметить также, что личное общение с ним в его одесский период 1918–1920 гг. очень сильно повлияло на творческое становление Константина Паустовского и Валентина Катаева — создателей следующего хронологического “слоя” черноморского текста.

⁶ Александр Куприн — также, как и его современники Горький и Бунин — был писателем-путешественником, постоянно ездившим по российской провинции. Черноморское побережье сыграло значительную роль в его творческой биографии: он жил в Балаклаве, Одессе, бывал в Севастополе. В контексте нашей темы наиболее значимы серия очерков “Листригоны” (1907–1911) о жизни балаклавских рыбаков, рассказ “Гамбринус” (1907) об одесском еврейском музыканте и повесть “Гранатовый браслет” (1911), также созданная по одесским впечатлениям. Если “Листригоны” и во многом “Гамбринус” отличаются детальным ландшафтным натурализмом, то “Гранатовый браслет”, на наш взгляд, имеет более тонкий геопоэтический, как бы слегка приглушенный пейзажный колорит. Ср.: (Хропов, 2020).

⁷ Если говорить преимущественно о прозе, то кроме упомянутых нами ключевых “крымских” авторов, можно выделить также Сергея Сергеева-Ценского (ряд его произведений жанрово обозначен, следуя гоголевской и тургеневской традиции, как “стихотворение в прозе” и “поэма”), написавшего, пожалуй, наибольшее количество произведений на крымском материале (выделим особо его стихотворение в прозе “Улыбки”, поэму “Неторопливое солнце” и роман “Весна в Крыму”). Однако в целом качество этих текстов не позволяет утверждать, что они сыграли выдающуюся роль в формировании черноморского геокультурного текста. Вместе с тем Сергеев-Ценский сумел создать оригинальные геопоэтические образы крымского ландшафта, формирующие “плоть” черноморского текста; см. также: (Берестовская, 2012).

перии: Бессарабия, Одесса, Крым, Кубань, Кавказ. По всей видимости, внешне к черноморскому тексту могут быть отнесены рассказы “Макар Чудра”, “Старуха Изергиль”, “Мой спутник”, “Челкаш”, “В степи”, “Мальва”, легенда “Хан и его сын”, а также “Песня о Соколе” и “Песня о Буревестнике”, очерк “Херсонес Таврический” (1897). Однако, если говорить о внутренней, “черноморской” интенциональности самих произведений, то следует выделить, прежде всего, рассказы “Мой спутник”, “Челкаш” и “Мальва”: именно в них действие разворачивается на фоне очевидного ландшафтного “антуража”. Тем не менее описываемые писателем ландшафты часто выглядят “картонными”, как бы ненастоящими, слишком романтически “приподнятыми” и типовыми, чересчур антропоморфизированными (яркий пример – рассказ “Мальва”). Горькому наиболее интересны отношения между людьми, а ландшафтные образы и ситуации для него – скорее, “театральные декорации”. Горький, будучи таким же активным “путешественником”, как и его современники Куприн и Бунин, в отличие от них, “не видел” или плохо видел ландшафт. Поэтому, на наш взгляд, его произведения не сыграли ключевой роли в формировании черноморского текста русской литературы.

Если говорить о ключевых фигурах русской литературы Модерна, определивших содержательное ядро черноморского текста, то это, на наш взгляд, Максимилиан Волошин, Осип Мандельштам, Исаак Бабель, Александр Грин, Константин Паустовский, Валентин Катаев. Конечно, оформление этого содержательного ядра было невозможно без текстов-протагонистов

Ивана Бунина и Александра Куприна. И, естественно, говоря о Валентине Катаеве, нужно вспомнить и других писателей “Юго-западной школы” русской литературы (Каракина, 2006) – Юрия Олешу, Эдуарда Багрицкого⁸, Ильфа и Петрова. Несмотря на то, что “черноморские” тексты большинства этих писателей относятся – как фактически, так и в художественном отношении – к конкретным городам и территориям (преимущественно, Крым, Одесса и прилегающие к ним районы, о чем мы уже говорили ранее)⁹, можно уверенно констатировать: ландшафты, “схваченные”, воображенные и описанные ими, являются, по сути, квинтэссенцией “черноморскости” – в них пойманы неуловимые дотоле качества “черноморской субстанции”.

“Кристаллизация” черноморского текста русской литературы начинается с глубокого современного (*со-временного*), современного освоения образа античности – в основном, через образы Крыма и прилегающих к нему территорий. Сами по себе темы античности были давно – еще с эпохи классицизма – хорошо опробованы и освоены русской поэзией в рамках известной рецепции европейских литературных образцов и канонов; антологические стихотворения стали, по сути, элементом “обязательной программы” для большинства русских поэтов XVIII – начала XX в. Естественно, что многие из них были обязаны и черноморским ландшафтам. Однако в поэтическом творчестве Волошина и Мандельштама собственно античность (и, глубже, тема архаической древности – через образы Киммерии у Волошина (Баруткина, 2014; Таймазова, 2015)¹⁰) была пережита, переосмыслена и прожи-

⁸ Как известно, именно Эдуарду Багрицкому (назвавшему свой вышедший в 1928 г. поэтический сборник “Юго-Запад”), обязана своим названием одесская литературная школа. В поэтическом наследии Багрицкого есть несколько стихотворений, посвященных Одессе и Чёрному морю (включая в него и Азовское море); наиболее значительные из них: “Контрабандисты”, “Арбуз”, “Осень”, “Скумбрия”. Даже в его ранней, довольно несовершенной и подражательной поэзии можно найти стихотворения, в которых уже чувствуется оригинальный колорит “одесского” видения черноморского мира.

⁹ Исключение – Паустовский и Мандельштам.

¹⁰ Отдельно стоит сказать о роли Крыма и, безусловно, Максимилиана Волошина в становлении поэтического дара Марины Цветаевой. Коктебелевский дом Волошина стал почти родным домом и для Марины Цветаевой, жившей в нем практически каждое лето в 1911–1917 гг. Старший поэт способствовал быстрому развитию поэтического таланта Марины, написавшей в Крыму очень много произведений, ставших ядром ее раннего творчества. Второй важный крымский локус Цветаевой – Феодосия, в которой она также неоднократно жила. В Феодосии работает в настоящее время музей Марины и Анастасии Цветаевых, являющийся частью историко-культурного, мемориального музея-заповедника “Киммерия М.А. Волошина”. Хорошо известен и мемуарный очерк Цветаевой “Живое о живом”, посвященный Волошину, в котором образ поэта, гения места, неотделим от образа самого Коктебеля и Дома поэта. Тем не менее Цветаевой принадлежит лишь одно стихотворение о Крыме – “Над Феодосией угас...” (1914) (поэму “Перекоп”, естественно, относить к таковым вряд ли стоит), и это, по всей видимости, неслучайно. В ее письме Борису Пастернаку от 23 мая 1926 г. мы находим следующий важный для нашей темы фрагмент: “Борис, но одно: Я НЕ ЛЮБЛЮ МОРЯ. Не могу. Столько места, а ходить нельзя. Раз. Оно движется, а я гляжу. Два. Борис, да ведь это та же сцена, т.е. моя вынужденная заведомая неподвижность. Моя косность. Моя – хочу или нет – терпимость. А ночью! Холодное, шарахающееся, невидимое, нелюбящее, исполненное себя – как Рильке! (Себя или божества – равно.) Землю я жажду: ей холодно. Морю не холодно, это и есть оно, все, что в нем ужасающего – оно. Суть его. Огромный холодильник. (Ночь.) Или огромный котел. (День.) И совершенно круглое. Чудовищное блюдо. Плоское, Борис! Огромная плоскостонная люлька, ежеминутно вываливающая ребенка (корабли). Его нельзя погладить (мокрое). На него нельзя молиться (страшное). Так, Иегову например бы ненавидела. Как всякую власть. Море – диктатура, Борис! Гора – божество. Гора разная. Гора умяется до Мура (умиляясь им!). Гора дорастает до гетевского лба и, чтобы не смущать, превышает его. Гора с ручьями, с норами, с играми. Гора – это прежде всего мои ноги, Борис. Моя точная стоимость. Гора – и большое тире, Борис, которое заполни глубоким вздохом” (Марина ..., 2004, с. 213). Можно сказать, что Марина Цветаева геонтологически принадлежит горе и размещает себя в горных онтологических моделях воображения (вспомним также ее “Поэму горы”); море и, возможно, шире, вода – не ее стихия.

та по-новому: античность одновременно стала “по-настоящему” русской и черноморской; она стала неотъемлемым элементом русской черноморской геокультуры.

Стихотворения Осипа Мандельштама из его книги “*Tristia*”, написанные на крымском материале, самым радикальным образом “пересматривают” привычный классический образ античности, сложившийся в русской культуре почти за два столетия. Античность в них, а также и прошлое в целом становятся “современностью”; буквальное олицетворение себя и других с античными персонажами позволяет поэту переосмыслить и саму современность, расширив ее масштабный эсхатологический горизонт за счет мифологического ассоциативного ряда, как бы возвращающего Крым в античную окраинную Тавриду, а Россию — в геокультурное пространство Эллады. Такая мощная геокультурная “антикизирующая” интенциональность характерна не только для “крымских” стихотворений книги, но и для и других стихотворений как развивающих тему Петербурга-Петрополя (позднее подхваченную Константином Вагиновым), так и трансформирующих мотив античного рока-судьбы в контексте судьбы России и личной судьбы поэта в кризисную эпоху. Можно сказать, что крымский ландшафт, переосмысленный поэтом через античную “призму”, стал источником многих, уже классических стихотворений Мандельштама из этой книги (точности ради следует отметить, что эта тема постепенно начинает возникать в конце его предыдущей книги “Камень”). Как ключевые для образа Крыма здесь можно выделить следующие произведения: “Золотистого меда струя из бутылки текла...” (1917), “Еще далеко асфodelей...” (1917), “В хрустальном омуте какая крутизна!...” (1919) (ассоциативный ряд связан с коктейбельским ландшафтом, использован итальянско-ренессансный христианский образный фон), “Феодосия” (1919–1920; 1922).

Чуть позднее, в цикле небольших рассказов-эссе “Феодосия” (1923–1924) Мандельштам еще раз вернется к образу Крыма, сосредоточившись на своем опыте жизни в этом городе в период гражданской войны [см.: (Аверинцев, 1994; Гёблер, 2010; Левин, 1995; Нерлер, 2020; Новикова, 2012; Силард, 2008; Oborina, 2015)]. В целом антично-крымские образы Мандельштама сильно повлияли на творчество Валентина Катаева, Константина Паустовского, а позднее на поэтику Иосифа Бродского, а затем и Андрея Полякова.

В то же время можно говорить и о параллельной “кристаллизации” образа Крыма и крымского текста — крымская античность и крымская древность, благодаря произведениям Волошина и Мандельштама, стали геопозитическим “ядром” крымского образа, а сам образ Крыма начал формироваться теперь как один из наиболее существенных и значимых геокультурных образов русской литературы и культуры¹¹. Ясно также, что именно крымский геокультурный “взрыв” способствовал интенсивному геокультурному накоплению, переработке и седиментации первичных образных слоев черноморского текста эпохи зрелого Модерна. И, возможно, наиболее важное: посредством “кристаллизации” крымского и черноморского текстов и современного пересоздания собственного образа “черноморской античности” в течение всего XX в. русская культура, очень “молодая” сравнительно с европейской культурой в целом, постепенно избавлялась от своих “возрастных” историко-культурных комплексов, изобретая свою геокультурную “древность” и становясь, таким образом, вполне “взрослой” и зрелой¹².

В советский период крымский текст, уже обретший ранее прочную историко-культурную геопозитическую основу, осмыслялся и развивался как преимущественно черноморский, причем эта “черноморскость” могла воображаться и как более широкая в художественно-мифологиче-

¹¹ Значимость “киммерийского” и, шире, античного крымского мифа для эпохи Серебряного века русской культуры очень хорошо отметила одна из сестер Герцык — Евгения, написавшая в своих мемуарах (в них есть великолепные описания крымского ландшафта, в частности Судака и его окрестностей самого начала XX в.) следующее: «Да, нужно было через десять лет встретиться с Волошиным, с живописью Богаевского, услышать миф о Киммерии, чтобы потом авторитетно утверждать, что у нашей земли свой закон красоты. Вот это искривленное ветром, почти оголенное дерево — только оно, а не какая-то широколистная чинара — созвучно горному контуру на легком, на крымском небе. Но в этих наших декларациях зерно правды оплетено было литературностью и изысканностью. Скромнее и строже был творческий труд, который за много лет до того вслепую проделали мы, невежественные в искусстве девочки, наперекор всем канонам отстаивая полюбленное. И вправду, нет постижения красоты там, где она не родится прежде, чем всякие “почему”, где она не опрокидывает запреты, не поборет непонятности. Судак накрепко врезал нам в душу опыт распознавания прекрасного. Как легко было после этого разгадать замурованную прелесть стиха Вячеслава Иванова! Или разом безошибочно обличить художественную фальшь Беклина — такого все же сладостного для глаза» (Герцык, 2007, с. 60–61).

¹² Характерно, что рождение русского литературного, а частично, и живописного футуризма (кубофутуризма) — художественного направления, определившего положение русской культуры начала XX в. в европейском литературном и художественном авангарде, во многом связано с Северным Причерноморьем, Таврией, более точно — имением Чернянка Таврической губернии, где сложился первоначальный человеческий и идеологический “костяк” новой художественной революции. Немалую роль в становлении движения кубофутуристов-“будетлян” сыграл ландшафт Таврии, “пропитанный” античными и скифскими аллюзиями, благодаря чему геродотовская Гилея оказалась одной из главных символических “меток” — по сути, геокультурных образов — русского футуризма (Лившиц, 1989, с. 321–323, 340). Немаловажно также отметить, что крымский текст сам по себе оказался достаточно существенным обстоятельством в становлении русского литературного авангарда [см. (Шевчук, 2015)].

ском, романтическом и геопозитическом плане (южная) морская интенциональность — например, в творчестве Александра Грина, преимущественно в его романах “Алые паруса” и “Бегущая по волнам” (Парамонова, 2008). С другой стороны, широко и панорамно осмысляемые южный и черноморский тексты могли зачастую проявляться наиболее ярко в соответствующих крымских художественных нарративах, эпизодах и фрагментах достаточно масштабных произведений: именно так, пожалуй, можно интерпретировать некоторые произведения Константина Паустовского — особенно повесть “Чёрное море” и, несомненно, более позднюю мемуарную “Повесть о жизни”. Значимость крымского нарратива и крымского текста в русской литературе и культуре в конце XX в. очень хорошо подчеркивает геополитическая утопия Василия Аксёнова “Остров Крым”: фантастическая смена географической типологической номинации этой территории обнажает не только самую высокую геокультурную статусность крымского текста для русской культуры, но и геокультурную втянутость, “впаянность” этого текста в образно-символическую систему черноморских (и морских в целом) смыслов, по-прежнему ключевых и в начавшихся постмодерных трансформациях русской литературы.

Если же говорить о поздней советской поэзии, то несомненна очевидная заслуга Иосифа Бродского: написав в конце 1960-х годов несколько поэтических текстов, посвященных Крыму, он расширил и трансформировал геопозитическое наследие Пушкина и Мандельштама. Так же, как и Мандельштам, Бродский остро чувствует крымскую и, шире, черноморскую античность как окраину цивилизованного европейского мира (Новикова, Казарин, 2010) (у него есть также стихотворение, посвященное Одессе). Но есть и два новых, по сравнению с лейтмотивами старшего поэта, обертона. Первый: наращивание “римской” тональности (крымская античность Мандельштама, скорее, древнегреческая) в контексте вечной темы Овидиевой ссылки. Второй — это осознание себя не только на окраине античного мира, но и на провинциальной окраине перестройки, близкой к упадку и к скрытому декадансу, советской империи, уподобляемой, в какой-то мере, Римской империи. Такая, довольно сложная метафоричность и метонимичность, еще невозможная в античных аллюзиях Мандельштама, который не мог, по понятным хронологическим причинам, почувствовать подобную образность, ведет поэтический дискурс Бродского к сближению с великими древнеримскими поэтами эпохи Августа (это мы можем наблюдать не только в известных “Письмах римскому другу”, но и в позднейших эссе). Благодаря “геопозитическому открытию” Бродского, крымский

и черноморский тексты расширяют свое семантическое поле, оказываясь “узлом” метафорического уподобления, более тесно объединяющего средиземноморский геокультурный ареал и геокультурные зоны влияния русской литературы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы исследования заключаются в следующем.

1. Существенной частью литературно-географических штудий является также изучение географических образов, представленных в литературных произведениях. Понятие геокультурного текста позволяет типологизировать литературно-географические образы применительно к тем или иным геокультурам. Локальные геокультуры, обладающие развитой литературной традицией, имеют, как правило, ряд репрезентативных геокультурных текстов, характеризующих ландшафтные и образные особенности развития данной территории.

2. Черноморский текст русской культуры развивался во многом как южный и “экзотический”. Именно морская “экзотика”, соединенная с “атмосферой” античности, окраинной древности европейской культуры, оказалась наиболее сильным эмоциональным стимулом формирования как южных, так и черноморских образов в русской литературе.

3. Появление геокультурных “черноморских” текстов можно отнести уже к литературной эпохе модернизма, когда некоторые произведения, прежде всего, Бунина и Куприна, оказываются “черноморскими” в силу как очевидной сюжетной локализации, так и благодаря насыщенным ландшафтными описаниям, дающим возможность говорить о “черноморской ауре” этих текстов и о возникновении, своего рода, “черноморских онтологий”. Ключевые фигуры русской литературы Модерна, определившие содержательное ядро черноморского текста и его специфические поэтики — это Максимилиан Волошин, Осип Мандельштам, Исаак Бабель, Александр Грин, Константин Паустовский, Валентин Катаев.

4. “Кристаллизация” черноморского текста русской литературы начинается с современного освоения образа античности — в основном, через образы Крыма и прилегающих к нему территорий (образ Таврии). В поэтическом творчестве Волошина и Мандельштама собственно античность стала неотъемлемым элементом русской черноморской геокультуры.

5. Посредством “кристаллизации” крымского и черноморского текстов и современного пересоздания собственного образа “черноморской античности” в течение всего XX в. русская культура “изобретала” свою геокультурную древность, становясь вполне “взрослой” и зрелой.

Благодаря геопоэтическому открытию Бродского (“римский” и “имперский” локусы) крымский и черноморский тексты расширяют свое семантическое поле, оказываясь “узлом” метафорического уподобления, более тесно объединяющего средиземноморский геокультурный ареал и геокультурные зоны влияния русской литературы.

Дальнейшее изучение проблематики черноморских геокультурных текстов русской литературы в рамках литературно-географических штудий связано, прежде всего, с изучением становления одесского текста как второго “ядра” черноморского текста русской литературы и выявлением значимости произведений Валентина Катаева для “расцвета” одесско-черноморского текста. Также в центре внимания должна быть роль произведений Константина Паустовского в формировании черноморского текста русской культуры в советский период его развития. Немаловажным аспектом этого периода оказывается также становление “Юго-западной школы” и ее роль в некоторой гипертрофии одесского текста. В качестве существенной особенности динамики черноморского текста должно быть рассмотрено “подчиненное” (в геокультурном смысле) значение кавказско-черноморских текстов в русской литературе. Наконец, крайне важным моментом исследования в целом становится проблема постсоветского периода развития черноморского текста русской литературы, связанная и с наследованием сложившейся традиции, и с попытками содержательных инноваций на семантическом и геопоэтическом уровнях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аверинцев С.С.* “Золотистого меда струя из бутылки текла...” // Столетие Мандельштама: Материалы симпозиума / N.J. Tenaflly (Ed.). Hermitage Publ., 1994. С. 18–20.
- Баруткина М.О.* Гений места: Максимилиан Волошин и Киммерия // Изв. Урал. фед. ун-та. Серия 2. Гуманитарные науки. 2014. Т. 16. № 3 (130). С. 114–121.
- Берестовская Д.С.* Крымский миф в символическом мире раннего С.Н. Сергеева-Ценского // Культура народов Причерноморья. Симферополь: Таврический национальный ун-т им. В.И. Вернадского, 2012. С. 7–10.
- Билык М.П.* Образ Черного моря в “крымских” произведениях И.А. Бунина // Культура народов Причерноморья. 2006. № 80. С. 61–67.
- Веденин Ю.А.* Очерки по географии искусства. М.: Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия, 1997. 224 с.
- Вопросы географии. Сб. 151. Российские литераторы, окружающая природа и Географическое общество / отв. ред. В.М. Котляков, С.Н. Волосевич. М.: Медиа-ПРЕСС, 2020. 560 с.
- Гёблер Ф.* Путешествия Осипа Мандельштама в Крым: поэтическая медиализация // Беглые взгляды: новое прочтение русских травелогов первой трети XX века / сост., отв. ред. В.-С. Киссель, Г.А. Тиме. М.: НЛО, 2010. С. 58–62.
- Геопанорама русской культуры: провинция и ее локальные тексты / под ред. Л. Зайонц. М.: Языки славянской культуры, 2004. 669 с.
- Герцык Е.К.* Лики и образы. М.: Молодая гвардия, 2007. 860 с.
- Живов В.М.* Метаморфозы античного язычества в истории русской культуры XVII–XVIII веков. Из истории русской культуры: Т. IV (XVIII – начало XIX века) / ред. В.М. Живов, Б.А. Успенский. М.: Языки русской культуры, 2000. С. 449–536.
- Замятин Д.Н.* Империя пространства. Географические образы в романе А. Платонова “Чевенгур” // Вопросы философии. 1999. № 10. С. 82–89.
- Замятин Д.Н.* Гений и место: ускользящая совместность // Общественные науки и современность. 2013. № 5. С. 154–165.
- Замятин Д.Н.* Геокультурное пространство Арктики: визуализация ландшафтов и онтологические модели воображения // Праксема. Проблемы визуальной семиотики. 2021. Т. 27. № 1. С. 48–94. <https://doi.org/10.23951/2312-7899-2021-1-48-94>
- Замятин Д.Н.* Сопространственность, геокультуры и (не)локальные тексты: к транссемиотике провинциальных текстов // Enthymema. 2021. № 28. С. 77–91.
- Замятин Д.Н.* Географические образы путешествий в русской литературе // География в школе. 2001. № 8. С. 26–29.
- Замятин Д.Н.* Геокультура: образ и его интерпретации // Социологический журн. 2002. № 2. С. 5–12.
- Замятин Д.Н.* Культура и пространство: моделирование географических образов. М.: Знак, 2006. 487 с.
- Замятин Д.Н.* Стратегии интерпретации историко-географических образов России // Мир России. Социология. Этнология. 2002. Т. 11. № 2. С. 105–138.
- Замятин Д.Н.* Черноморский текст русской литературы: геокультуры, сопространственность и географическое воображение // Географическая среда и живые системы. 2023. № 2. С. 47–57.
- Зорин А.Л.* Кормя двуглавого орла...: Литература и государственная идеология в России в последней трети XVIII – первой трети XIX века. М.: НЛО, 2001. 414 с.
- История Новороссии. М.–СПб.: Центр гуманитарных инициатив, 2017. 864 с.
- Калуцков В.Н.* Концептуальные основы литературной географии // Урал. историч. вестн. 2016. № 2. С. 118–125.
- Каракина Е.* По следам “Юго-Запада”. Новосибирск: Свиныи и сыновья, 2006. 234 с.

- Кожин В.В.* Крымский и южнорусский аспект в творчестве Н.В. Гоголя и А.П. Чехова // Гуманитарная парадигма. 2020. № 2 (13). С. 26–34.
- Коровин В.Л.* Семен Сергеевич Бобров: Жизнь и творчество. М.: Academia, 2004. 319 с.
- Лавренова О.А.* Географическое пространство в русской поэзии XVIII – начала XX в. (геокультурный аспект). М.: Российский научно-исследовательский ин-т культурного и природного наследия, 1998. 95 с.
- Ланпо Г.М.* Романтическая география городов (города в жизни и творчестве Константина Паустовского) // Региональные исследования. 2007. № 2. С. 3–12.
- Левин Ю.И.* Заметки о крымско-эллинических стихах О. Мандельштама // Мандельштам и античность / ред. О.А. Лекманов. М.: Радикс, 1995. С. 77–104.
- Леонтьева А.Ю.* Символика пространства в стихотворении О.Э. Мандельштама “Феодосия” // Филологический аспект. 2016. № 6. С. 9–16.
- Лившиц Б.* Полутораглазый стрелец: Стихотворения, переводы, воспоминания. Л.: Советский писатель, 1989. 718 с.
- Литературная география России: атлас-справочник. М.: МГУ, 2022. 295 с.
- Лыткина О.И.* Типология топосных сверхтекстов в русской языковой картине мира // Вестн. ННГУ. 2010. № 4. С. 607–610.
- Люсый А.П.* География текстуальной революции: междисциплинарные исследования локальных текстов культуры // Человек: Образ и сущность. Гуманитарные аспекты. 2014. № 1. С. 214–236.
- Люсый А.П.* Крымский текст русской литературы: история и современность // Вестн. Моск. гос. лингвистич. ун-та. Гуманитарные науки. 2016. № 11 (750). С. 161–171.
- Максаковский В.П.* Литературная география: географические образы в русской художественной литературе: кн. для учителя. М.: Просвещение, 2006. 405 с.
- Марина Цветаева – Борис Пастернак. Души начинают видеть. Письма 1922–1936 годов. М.: Вагриус, 2004. 717 с.
- Морозова М.М.* Зарубежная литературная география: основные направления исследований // Вестн. Моск. ун-та. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2020. № 2. С. 150–156.
- Морозова М.М.* Литературная география в XXI веке: новые подходы и возможности // Культура и цивилизация. 2021. Т. 11. № 3–1. С. 163–171.
- Нерлер П.М.* Лирический поэт и Гражданская война: Осип Мандельштам на Украине и в Крыму в 1919–1920 гг. // Текст и традиция. 2020. Т. 8. С. 281–324.
- Никанорова Е.В.* Географический и туристский образы территории // География и туризм. 2008. С. 27–38.
- Новикова М.А.* Мандельштам. Мир. Крым (об одном крымском стихотворении О. Мандельштама) // Вопросы русской литературы. 2012. № 23 (80). С. 229–240.
- Новикова М.А., Казарин В.П.* Фауст и Крым (об одном крымском стихотворении И. Бродского) // Мировая литература на перекрестье культур и цивилизаций. 2010. № 2. С. 214–225.
- Парамонова Т.А.* Система индивидуально-авторских локусов как механизм создания сверхтекстового единства прозы А.С. Грина (на примере функционирования локусов “Лисс” и “Зурбаган”) // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2008. Т. 10. № 6–1. С. 279–287.
- Силард Л.* Таврида Мандельштама // Крымский текст в русской культуре: матер. Междунаро. науч. конф. (СПб., 4–6 сентября 2006 г.). СПб.: Издательство Пушкинского Дома, 2008. С. 168–189.
- Таймазова Л.Л.* Киммерия в поэтическом восприятии М. Волошина // Ученые записки Крым. фед. ун-та имени В.И. Вернадского. Филологические науки. 2015. Т. 1. № 4. С. 80–87.
- Травкин С.В.* Магическая реальность фэнтезийного мира: к вопросу о жанрообразующих признаках романа фэнтези // Вестн. Моск. гос. лингвистич. ун-та. Гуманитарные науки. 2017. № 6 (777). С. 298–307.
- Хропов А.Г.* Творчество А.И. Куприна как объект исследований литературной географии // Вопросы географии. 2020. № 151. С. 111–159.
- Шевчук В.Г.* Художественное пространство авангарда: крымский текст // Ученые записки Крымского фед. ун-та имени В.И. Вернадского. Философия. Политология. Культурология. 2015. Т. 1. № 3. С. 172–182.
- Шёнле А.* Подлинность и вымысел в авторском самосознании русской литературы путешествий. 1790–1840. СПб.: Академический проект, 2004. 271 с.
- Cooper D., Gregory I.N.* Mapping the English Lake District: a literary GIS // Transactions of the Institute of British Geographers. 2011. Vol. 36. P. 89–108.
- Hones S.* Literary Geographies: Narrative Space in Let the Great World Spin. Basingstoke: Palgrave MacMillan, 2014. 215 p.
- Lavrenova O.* Spaces and Meanings: Semantics of the Cultural Landscape. Numanities – Arts and Humanities in Progress. Cham: Springer, 2019. Vol. 8. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15168-3_6
- Lavrenova O.* “Holy Islands” in the Cultural Landscape of Russia // Lexia. Rivista di semiotica. 2020. Vol. 35–36. P. 353–370. <https://doi.org/10.4399/978882553853319>
- Moretti F.* Atlas of the European Novel 1800–1900. London: Verso, 1998. 206 p.
- MacLeod N., Hayes D., Slater A.* Reading the Landscape: The Development of a Typology of Literary Trails that Incorporate an Experiential Design Perspective //

- J. of Hospitality Marketing & Management. 2009. Vol. 18. № 2–3. P. 154–172.
<https://doi.org/10.1080/19368620802590183>
- Noble A.G., Dhussa R. Image and Substance: A Review of Literary Geography // J. of Cultural Geography. 1990. Vol. 10 (2). P. 49–65.
- Oborina M. Набросок об античности как контексте прочтения (на примере Феодосии Мандельштама) // Modernités russes. 2015. Т. 15. № 1. С. 203–212.
- Pocock D.C.D. Geography and literature // Progress in Human Geography. 1988. Vol. 12 (1). P. 87–102.
- Zamyatin D. Daemon loci: The formation of river images in Russian mental worlds // Meanings and Values of Water in Russian Culture / J. Costlow, A. Rosenholm (Eds.). London: Routledge, 2016. P. 65–78.

Literary Geography and the Problem of the Formation of Geo-Cultural Texts (Using the Example of the Black Sea Texts of Russian Literature)

D. N. Zamyatin^{a, b, *}

^aHSE University, Moscow, Russia

^bArctic State Institute of Culture and Arts, Yakutsk, Russia

*e-mail: dzamyatin@hse.ru

The article is devoted to the problem of the formation of geo-cultural texts within the framework of literary geography. An important part of literary and geographical studies is the study of geographical images presented in literary works. The concept of a geo-cultural text makes it possible to typologize literary and geographical images in relation to different geo-cultures. Local geo-cultures with a developed literary tradition usually have a number of representative geo-cultural texts that characterize the landscape and figurative features of the development of a given territory. The evolution of the Black Sea text is considered using the concepts of geo-culture and geo-cultural text. Images of the South, exoticism, and antiquity are explored as key images determining the development of the Black Sea text. Special attention is paid to the formation of interrelations between the images of the Crimea and antiquity. The marine “exoticism,” combined with the “atmosphere” of antiquity, the marginal antiquity of European culture, turned out to be the strongest emotional stimulus for the formation of both southern and Black Sea images in Russian literature. In the geo-cultural context, the “crystallization” of the Black Sea text of Russian literature takes place by the end of the 19th–beginning of the 20th century (I. Bunin, A. Kuprin). This is due to the rich landscape descriptions, which make it possible to talk about the “Black Sea aura” of these texts and the emergence of a kind of “Black Sea ontologies.” Further, the substantial core of the geo-cultural Black Sea text in the 20th century is determined by the works of M. Voloshin, O. Mandelstam, I. Babel, A. Green, K. Paustovsky, V. Kataev. Through the “crystallization” of the Crimean and Black Sea texts and the modern re-creation of its own image of “Black Sea antiquity” throughout the 20th century, Russian culture created its geo-cultural “antiquity” within the framework of the European geo-cultural space. Thanks to the work of I. Brodsky (“Roman” and “imperial” loci), the Crimean and Black Sea texts expand their semantic field, turning out to be a “node” of metaphorical assimilation, uniting the Mediterranean geo-cultural area and geo-cultural zones of influence of Russian literature.

Keywords: literary geography, geographical image, geo-culture, geo-cultural text, Black Sea text, south, exoticism, antiquity, Crimea, Odessa

REFERENCES

- Averintsev S.S. A stream of golden honey flowed from a bottle... In *Stoletie Mandel'shtama: Materialy simpoziuma* [Centenary of Mandelstam: Proc. of the Symposium]. Tenaflly N.J., Ed. Hermitage Publishers, 1994, pp. 18–20. (In Russ.).
- Barutkina M.O. The genius of the place: Maximilian Voloshin and Cimmeria. *Izv. Ural. Fed. Univ., Ser. 2: Gum. Nauki*, 2014, vol. 16, no. 3, pp. 114–121. (In Russ.).
- Berestovskaya D.S. The Crimean myth in the symbolic world of the early S.N. Sergeev-Tsensky. In *Kul'tura narodov Prichernomor'ya* [Culture of the Peoples of the Black Sea Region]. Simferopol: Tavrich. Nats. Univ. im. V.I. Vernadskogo, 2012, pp. 7–10. (In Russ.).
- Bilyk M.P. The image of the Black Sea in the “Crimean” works of I.A. Bunin. *Kul't. Narod. Prichernomor'ya*, 2006, vol. 80, pp. 61–67. (In Russ.).
- Cooper D., Gregory I.N. Mapping the English Lake District: a literary GIS. *Trans. Inst. Br. Geogr.*, 2011, vol. 36, pp. 89–108.
- Gebler F. Osip Mandelstam's Travels to Crimea: Poetic Mediation. In *Beglye vzglyady: novoe prochtenie russkikh travelogov pervoi treti XX veka* [Cursory Glances: A New Reading of Russian Travelogues of the First Third of the 20th Century]. Kissel V.-S., Time G.A., Eds. Moscow: NLO Publ., 2010, pp. 58–62. (In Russ.).
- Geopanorama russkoi kul'tury: provintsiya i ee lokal'nye teksty* [Geopanorama of Russian Culture: The Province

- and Its Local Texts]. Zaionts L., Ed. Moscow: Yazyki slavyanskoi kul'tury Publ., 2004. 669 p.
- Gerzyk E.K. *Liki i obrazy* [Faces and Images]. Moscow: Molodaya gvardiya Publ., 2007. 860 p.
- Hones S. *Literary Geographies: Narrative Space in Let the Great World Spin*. Basingstoke: Palgrave MacMillan, 2014. 215 p.
- Istoriya Novorossii* [The History of Novorossiya]. Moscow, St. Petersburg: Tsentr humanitarnykh initsiativ, 2017. 864 p.
- Kalutskov V.N. Conceptual foundations of literary geography. *Ural. Istorich. Vestn.*, 2016, no. 2, pp. 118–125. (In Russ.).
- Karakina E. *Po sledam "Yugo-Zapada"* [In the Footsteps of the "Southwest"]. Novosibirsk: Svin'in i synov'ya Publ., 2006. 234 p.
- Khropov A.G. Creativity of A.I. Kuprin as an object of research in literary geography. In *Voprosy geografii. Sb. 151* [Problems of Geography. Vol. 151], 2020, pp. 111–159. (In Russ.).
- Korovin V.L. *Semen Sergeevich Bobrov: Zhizn' i tvorchestvo* [Semyon Sergeevich Bobrov: Life and Creativity]. Moscow: Academia Publ., 2004. 319 p.
- Kozhin V.V. The Crimean and South Russian aspect in the works of N.V. Gogol and A.P. Chekhov. *Gum. Paradigma*, 2020, vol. 13, no. 2, pp. 26–34. (In Russ.).
- Lappo G.M. Romantic geography of cities (cities in the life and work of Konstantin Paustovsky). *Reg. Issled.*, 2007, no. 2, pp. 3–12. (In Russ.).
- Lavrenova O.A. *Geograficheskoe prostranstvo v russkoi poezii XVIII – nachala XX v. (geokul'turnyi aspekt)* [Geographical Space in Russian Poetry of the 18th–early 20th Century (Geocultural Aspect)]. Moscow: Ros. NII Kul't. Prirod. Naslediya, 1998. 95 p.
- Lavrenova O. *Spaces and Meanings: Semantics of the Cultural Landscape*. Numanities – Arts and Humanities in Progress, vol 8. Cham: Springer, 2019. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15168-3>
- Lavrenova O. "Holy islands" in the cultural landscape of Russia. *Lexia. Rivista di semiotica*, 2020, vol. 35–36, pp. 353–370. <https://doi.org/10.4399/978882553853319>
- Leontieva A.Yu. The symbolism of space in O.E. Mandelstam's poem "Feodosia". *Filol. Aspekt*, 2016, no. 6, pp. 9–16. (In Russ.).
- Levin Yu.I. Notes on the Crimean-Hellenic poems of O. Mandelstam. In *Mandel'shtam i antichnost'* [Mandelstam and Antiquity]. Lekmanov O.A., Ed. Moscow: Radiks Publ., 1995. pp. 77–104. (In Russ.).
- Literaturnaya geografiya Rossii: atlas-spravochnik* [Literary Geography of Russia: Atlas-Handbook]. Moscow: Mosk. Gos. Univ. Publ., 2022. 295 p.
- Livshits B. *Polutoraglazyi strelets: Stikhotvoreniya, perevody, vospominaniya* [The Half-Eyed Sagittarius: Poems, Translations, Memoirs]. Leningrad: Sovetskii pisatel' Publ., 1989. 718 p.
- Lytkina O.I. Typology of dangerous supertexts in the Russian linguistic picture of the world. *Vestn. Nizhegor. Gos. Univ.*, 2010, no. 4, pp. 607–610. (In Russ.).
- Lyusyi A.P. Geography of the textual revolution: interdisciplinary studies of local cultural texts. *Chelovek: Obraz. Sushch. Gum. Aspekty*, 2014, no. 1, pp. 214–236. (In Russ.).
- Lyusyi A.P. The Crimean text of Russian literature: history and modernity. *Vestn. Mosk. Gos. Lingv. Univ.: Gum. Nauki*, 2016, no. 11, pp. 161–171. (In Russ.).
- MacLeod N., Hayes D., Slater A. Reading the landscape: The development of a typology of literary trails that incorporate an experiential design perspective. *J. Hosp. Mark. Manag.*, 2009, vol. 18, no. 2–3, pp. 154–172. <https://doi.org/10.1080/19368620802590183>
- Maksakovskiy V.P. *Literaturnaya geografiya: geograficheskie obrazy v russkoi khudozhestvennoi literature: kn. dlya uchitelya* [Literary Geography: Geographical Images in Russian Fiction: Book for Teachers]. Moscow: Prosveshchenie Publ., 2006. 405 p.
- Marina Tsvetaeva – Boris Pasternak. *Dushi nachinayut videt'. Pis'ma 1922–1936 godov* [Marina Tsvetaeva – Boris Pasternak. Souls Begin to See. Letters of 1922–1936]. Moscow: Vagrius Publ., 2004. 717 p.
- Moretti F. *Atlas of the European Novel 1800–1900*. London: Verso, 1998. 206 p.
- Morozova M.M. Literary geography in the 21st century: New approaches and opportunities. *Kul't. Tsivilizatsiya*, 2021, vol. 11, no. 3–1, pp. 163–171. (In Russ.). <https://doi.org/10.34670/AR.2021.87.50.022>
- Morozova M.M. Foreign literary geography: the main directions of research. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 19: Ling. Mezhkul't. Kommun.*, 2020, no. 2, pp. 150–156. (In Russ.).
- Nerler P.M. Lyrical poet and the Civil War: Osip Mandelstam in Ukraine and Crimea in 1919–1920. *Tekst Traditsiya*, 2020, no. 8, pp. 281–324. (In Russ.).
- Nikanorova E.V. Geographical and tourist images of the territory. *Geogr. Turizm*, 2008, pp. 27–38. (In Russ.).
- Noble A.G., Dhussa R. Image and substance: A review of literary geography. *J. Cult. Geogr.*, 1990, vol. 10, no. 2, pp. 49–65.
- Novikova M.A. Mandelstam. Mir. Crimea. (about a Crimean poem by O. Mandelstam). *Vopr. Russ. Literat.*, 2012, no. 23, pp. 229–240. (In Russ.).
- Novikova M.A., Kazarin V.P. Faust and the Crimea (about one Crimean poem by I. Brodsky). *Mir. Literat. Perekrest. Kul'tur Civilizatsii*, 2010, no. 2, pp. 214–225. (In Russ.).
- Oborina M. A sketch on antiquity as a context of reading (on the example of the city of Feodosia by Mandelstam). *Modernités russes*, 2015, vol. 15, no. 1, pp. 203–212. (In Russ.).
- Paramonova T.A. The system of individual author loci as a mechanism for creating a supertext unity of A.S. Green's prose (on the example of the functioning of the loci "Liss" and "Zurbagan"). *Izv. Samar. Nauch. Tsentra RAN*, 2008, vol. 10, no. 6–1, pp. 279–287. (In Russ.).
- Pocock D.C.D. Geography and literature. *Prog. Hum. Geogr.*, 1988, vol. 12, no. 1, pp. 87–102.
- Shenle A. *Podlinnost' i vymysel v avtorskom samosoznanii russkoi literatury putesthestvii. 1790–1840* [Authenticity and Fiction in the Author's Self-awareness of Rus-

- sian Travel Literature. 1790–1840]. St. Petersburg: Akadem. Proekt Publ., 2004. 271 p.
- Shevchuk V.G. The artistic space of the avant-garde: the Crimean text. *Uch. Zap. Krym. Fed. Univ. Vernadskogo: Filosof. Politol. Kul'turolog.*, 2015, vol. 1, no. 3, pp. 172–182. (In Russ.).
- Silard L. Tavrida by Mandelstam. In *Krymskii tekst v russkoi kul'ture: Materialy Mezhd. Nauch. Konf.* [Crimean Text in Russian Culture: Proceedings of the Int. Sci. Conf. (S.-Peterb., 2006, Sept. 4–6). St. Petersburg: Izd-vo Pushkinskogo Doma, 2008, pp. 168–189. (In Russ.).
- Taimazova L.L. Cimmeria in the poetic perception of M. Voloshin. *Uch. Zap. Krym. Fed. Univ. Vernadskogo: Filolog. Nauki*, 2015, vol. 1, no. 4, pp. 80–87. (In Russ.).
- Travkin S.V. The magical reality of the fantasy world: on the issue of genre-forming features of the fantasy novel. *Vestn. Mosk. Gos. Lingv. Univ.: Gum. Nauki*, 2017, no. 6, pp. 298–307. (In Russ.).
- Vedenin Yu.A. *Ocherki po geografii iskusstva* [Essays on the Geography of Art]. Moscow: Ross. NII Kul't. Prirodn. Naslediya, 1997. 224 p.
- Voprosy geografii. Sb. 151: Rossiiskie literaturnye, okruzhayushchaya priroda i Geograficheskoe obshchestvo* [Problems of Geography. Vol. 151: Russian Writers, the Surrounding Nature and Geographical Society]. Kotlyakov V.M., Volosevich S.N., Eds. Moscow: Media PRESS Publ., 2020. 560 p.
- Zamyatin D. Daemon Loci: The Formation of River Images in Russian Mental Worlds. In *Meanings and Values of Water in Russian Culture*. Costlow J., Rosenholm A., Eds. London: Routledge, 2016, pp. 65–78.
- Zamyatin D.N. Co-spaciousness, geocultures and (non) local texts: towards the transemiotics of provincial texts. *Enthymema*, 2021, no. 28, pp. 77–91. (In Russ.). <https://doi.org/10.54103/2037-2426/16362>
- Zamyatin D.N. Genius and place: elusive compatibility. *Obshchestv. Nauki Sovrem.*, 2013, no. 5, pp. 154–165. (In Russ.).
- Zamyatin D.N. Geocultural space of the Arctic: Landscape visualization and ontological models of imagination. *Praksema. Probl. Vizual. Semiotiki*, 2021, vol. 27, no. 1, pp. 48–94. (In Russ.). <https://doi.org/10.23951/2312-7899-2021-1-48-94>
- Zamyatin D.N. Geoculture: an image and its interpretations. *Sotsiolog. Zh.*, 2002, no. 2, pp. 5–12. (In Russ.).
- Zamyatin D.N. Geographical images of travel in Russian literature. *Geogr. Shkole*, 2001, no. 8, pp. 26–29. (In Russ.).
- Zamyatin D.N. The Empire of space. Geographical images in A. Platonov's novel "Chevengur". *Vopr. Filosof.*, 1999, no. 10, pp. 82–89. (In Russ.).
- Zamyatin D.N. *Kul'tura i prostranstvo: modelirovanie geograficheskikh obrazov* [Culture and Space: Modeling of Geographical Images]. Moscow: Znak Publ., 2006. 487 p.
- Zamyatin D.N. Strategies for interpreting historical and geographical images of Russia. *Mir Rossii. Sotsiolog. Etnolog.*, 2002, vol. 11, no. 2, pp. 105–138. (In Russ.).
- Zamyatin D.N. The Black Sea text of Russian literature: geocultures, co-spatiality and geographical imagination. *Geogr. Sreda Zhivye Sistemy*, 2023, no. 2, pp. 47–57. (In Russ.). <https://doi.org/10.18384/2712-7621-2023-2-47-57>
- Zhivov V.M. Metamorphoses of ancient paganism in the history of Russian culture of the 17th–18th centuries. In *Iz istorii russkoi kul'tury: t. IV (XVIII – nachalo XIX veka)* [From the History of Russian Culture: Vol. 4 (18th–Early 19th Century)]. Zhivov V.M., Uspenskij B.A., Eds. Moscow: Yazyki russkoi kul'tury Publ., 2000, pp. 449–536. (In Russ.).
- Zorin A.L. *Kormya dvuglavogo orla...: Literatura i gosudarstvennaya ideologiya v Rossii v poslednei treti XVIII – pervoi treti XIX veka* [Feeding the Double-headed Eagle...: Literature and State Ideology in Russia in the Last Third of the 18th–First Third of the 19th Century]. Moscow: NLO Publ., 2001. 414 p.