

ISSN 2500-3208

БФУ БАЛТИЙСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИММАНУИЛА КАНТА

IKBFU IMMANUEL KANT
BALTIC FEDERAL
UNIVERSITY

ВЕСТНИК
БАЛТИЙСКОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. И. КАНТА

Серия
Естественные и медицинские
науки
№ 2

Калининград
Издательство Балтийского федерального университета
им. Иммануила Канта
2025

Редакционная коллегия

И. С. Гуменюк, канд. геогр. наук, БФУ им. И. Канта (главный редактор);
 С. С. Антипов, д-р биол. наук, проф., Воронежский государственный университет; А. Г. Архипов, д-р биол. наук, Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО»; Е. И. Голубева, д-р биол. наук, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова; В. А. Гриценко, д-р физ.-мат. наук, проф., БФУ им. И. Канта; А. Г. Дружинин, д-р геогр. наук, проф., Северо-Кавказский научно-исследовательский институт экономических и социальных проблем, ЮФУ; В. В. Жуков, канд. биол. наук, доц., БФУ им. И. Канта; Ю. М. Зверев, канд. геогр. наук, доц., БФУ им. И. Канта; Е. Г. Кропинова, д-р геогр. наук, проф., БФУ им. И. Канта; С. С. Литвинова, д-р мед. наук, проф., БФУ им. И. Канта; А. Г. Манаков, д-р геогр. наук, проф., Псковский государственный университет; А. Ф. Мейсунова, д-р биол. наук, проф., Тверской государственный университет; Т. Пальмовский, д-р географии, проф., Гданьский университет; А. Разбадаускас, проф., Клайпедский университет; И. В. Реверчук, д-р мед. наук, д-р психол. наук, проф., Самаркандский государственный медицинский университет, АНО ДПО «Биоинститут охраны соматопсихического здоровья»; В. В. Сивков, канд. геол.-минерал. наук, Атлантическое отделение, Институт океанологии РАН; Э. Спириевас, проф., Клайпедский университет; Д. А. Субетто, д-р геогр. наук, проф., РГПУ им. А. И. Герцина; С. А. Сухих, д-р техн. наук, БФУ им. И. Канта; Г. Н. Чупахина, д-р биол. наук, проф., БФУ им. И. Канта

Учредитель

Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта

Редакция

236041, Россия, Калининград, ул. А. Невского, 14

Издатель

236041, Россия, Калининград, ул. А. Невского, 14

Типография

236001, Россия, Калининград, ул. Гайдара, 6

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-65779 от 20 мая 2016 г.



СОДЕРЖАНИЕ

Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география

Кропинова Е.Г., Казимирченко В.С. Применение искусственного интеллекта для визуализации архитектурного стиля как элемента брендинга.....	5
Гуменюк И.С., Кудрявцева В.Ю. Территориальное общественное самоуправление как форма локальной самоорганизации населения	18
Аникович А.Г. Пространственная структура миграционной привлекательности регионов России на локальном уровне	37

Физическая география, геоэкология и океанология

Архипов Е.А., Зотов С.И. История исследования геоэкологического состояния городов	68
Шаплыгина Т.В., Кузнецова А.С., Волкова И.И. Аттрактивность ландшафтов как фактор развития рекреационного природопользования морского побережья Самбийского полуострова.....	84
Абдо Ш., Королева Ю.В. Оценка атмосферного осаждения цинка в Калининградской области с использованием бокоплодных видов мхов.....	101
Севостьянова Е.А., Ляхов А.В., Цутикова Н.А., Меньшенин А.С. Морфометрические особенности котловин малых водоемов Калининграда на примере системы прудов Летнего и Зимнего	117

Биология, биотехнология и экология

Важенин Г.А., Богатенко И.Е., Городчиков С.В., Мычко Э.В. Первая находка зуба <i>Ptychodus</i> (<i>Elasmobranchii: Lamniformes</i>) в ледниковых отложениях Калининградской области.....	130
Rzhevskaya V.S., Omelchenko A.V., Panov D.A. Influence of selenium nanoparticles on basic cultivation parameters and phytostimulating properties of <i>Lactococcus lactis</i>	142

CONTENTS

Economic, social, political and recreational geography

<i>Kropinova E.G., Kazimirchenko V.S.</i> The use of artificial intelligence to visualize architectural style as a branding element	5
<i>Gumenyuk I.S., Kudryavtseva V.Y.</i> Territorial Public Self-government (TPGS) as a form of local self-organization of the population	18
<i>Anikovich A.G.</i> Spatial structure of migration attractiveness of Russian regions at the local level	37

Physical geography, geoecology and oceanology

<i>Arkhipov E.A., Zotov S.I.</i> History of urban geoecological research.....	68
<i>Shaplygina T.V., Kuznetsova A.S., Volkova I.I.</i> Attractiveness of landscapes as a factor in the development of recreational nature management of the Sambia Peninsula seashore	84
<i>Abdo Sh., Koroleva Yu.V.</i> Assessment of atmospheric zinc deposition in the Kaliningrad Region using amphipod moss species.....	101
<i>Sevostianova E.A., Lyakhov A.V., Tsupikova N.A., Menshenin A.S.</i> Morphological characteristics of the small urban water bodies of Kaliningrad on the example of the Letniy and Zimniy ponds system.....	117

Biology, biotechnology and ecology

<i>Vazhenin G.A., Bogatenko I.E., Gorodchikov S.V., Mychko E.V.</i> First finding of tooth of <i>Ptychodus</i> (Elasmobranchii: Lamniformes) in moraine of the Kaliningrad Region.....	130
<i>Rzhevskaya V.S., Omelchenko A.V., Panov D.A.</i> Influence of selenium nanoparticles on basic cultivation parameters and phytostimulating properties of <i>Lactococcus lactis</i>	142

УДК 338.48: 004.89: 711.4

Е. Г. Кропинова, В. С. Казимирченко

**ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНОГО СТИЛЯ
КАК ЭЛЕМЕНТА БРЕНДИРОВАНИЯ**

5

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

Поступила в редакцию 22.01.2025 г.

Принята к публикации 12.03.2025 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-1

Для цитирования: Кропинова Е. Г., Казимирченко В. С. Применение искусственного интеллекта для визуализации архитектурного стиля как элемента брендинга // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2025. №2. С. 5 – 17. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-1.

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) в гостиничной индустрии помогают при разработке бренда гостиницы. Цель исследования – изучение возможностей ИИ в индустрии гостеприимства на примере гостиничного сектора услуг. В работе был использован чат-бот с генеративным ИИ (ChatGPT 4, YandexGPT 2) по ряду заданных параметров для моделирования бренда гостиниц на примере двух исторических районов Калининграда. Установлено, что архитектурный стиль зданий и эскизы гостиниц, согласованные с общей концепцией постройки исторических локаций, были сгенерированы ИИ в большей степени корректно и могли бы вписаться в архитектурный облик современного Калининграда. Подобранные ИИ примеры названий гостиниц также не противоречат заданному описанию района города, при этом были учтены исторические особенности. В качестве слабых сторон предложений ИИ следует отметить недостаточный учет географических характеристик выбранной местности и градостроительных ограничений. В статье даны рекомендации по формированию запросов к ИИ для получения корректных результатов при проектировании гостиниц. Отмечен высокий потенциал ИИ в развитии индустрии гостеприимства.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), брендинг гостиниц, Калининград, Амалиенау, остров Канта, моделирование в туризме, чат-бот, архитектурный стиль

Введение

Брендинг города – это процесс поиска уникальности, он помогает конкурировать на рынке, получать заинтересованность со стороны партнеров, инвесторов, туристов при условии, что бренд имеет объек-



тивную и положительную окраску. Гостиницы как отражение брендинга города играют важную роль в индустрии гостеприимства, предоставляя удобное и комфортное жилье для гостей, локацию для проведения деловых встреч, переговоров, конференций или симпозиумов. Соответственно, правильно подобранное название гостиницы, отражающее уникальность, своеобразие, колорит города, — актуальный и эффективный инструмент привлечения туристов, инвестиций, изменения характера информационно-коммуникативного взаимодействия [2; 3].

Создание уникального бренда гостиниц под стиль города или определенного района — новое и актуальное направление, поскольку в прошлом гостиницы обычно не рассматривались как объект, характеризующий уникальность места. Развитие глобализации, необходимость привлечения туристов, финансовых вложений, конкуренция между гостиницами разных городов определяет важность создания уникального городского бренда для многих средств размещения [12].

Инновационное направление в различных областях жизни и экономики — использование искусственного интеллекта (ИИ), позволяющего на основе баз данных решить конкретную задачу в определенной сфере деятельности. Благодаря развитию технологий искусственного интеллекта гостиничная индустрия также претерпевает значительные изменения, которые касаются работы отелей, обслуживания гостей и принятия стратегических решений.

Калининград — один из наиболее привлекательных для туристов городов России. В настоящее время располагает достаточно большим разнообразием гостиниц с различным уровнем сервиса. По официальным данным [13], по состоянию на 1 сентября 2024 г. в регионе функционируют 282 гостиницы и иных средств размещения, прошедших классификацию, с общим номерным фондом в 8099 номеров. За последние два года Калининградская область и Калининград входят в топ рейтингов наиболее популярных туристических дестинаций, соответственно, растет количество ночей размещения в гостиницах, хостелах, апарт-отелях [11]. В 2023 г. регион посетили 2030 тыс. туристов. По прогнозу турпоток 2024 г. будет на 10 % больше [5; 6].

Увеличивающийся с каждым годом поток туристов в Калининград определяет интенсивное развитие гостиничного бизнеса, что способствует открытию новых гостиниц, возникновению конкуренции и повышению уровня гостиничных услуг. Одним из трендов стало использование такого формата, как индивидуальные средства размещения (апартаменты), количество которых в регионе, по оценкам экспертов, составляет около 9 тыс. единиц. Именно они, на наш взгляд, являются основными конкурентами коллективным средствам размещения. Следовательно, поиск и развитие успешного бренда гостиницы создаст у гостей города первое положительное впечатление и приведет к дальнейшей популяризации как конкретной гостиницы, так и всего города в целом. Следует также отметить, что оригинальная архитектура здания гостиницы и ее стильный интерьер — один из важных факторов



сохранения гостиниц как средств размещения и их конкурентоспособности по сравнению с апартаментами и, особенно, нелегальными («серыми») средствами размещения.

Цель работы — изучение возможности использования искусственного интеллекта при разработке проекта брендинга гостиницы на примере Калининграда.

Материалы и методы

Методика исследования опирается на современные достижения цифровизации и ИТ-технологий, в том числе нейросети. Материалом для исследований послужил чат-бот с генеративным искусственным интеллектом (ChatGPT 4, YandexGPT 2), для которого была составлена цепочка заданий по моделированию бренда гостиницы в Калининграде по следующим параметрам: район города (было задано привести описание исторических районов города Калининграда — Амалиенау и острова Канта), стиль фасада здания, номерной фонд, этажность, интерьеры гостиничных номеров, предлагаемые гостям услуги. Было задано сгенерировать изображения с возможным внешним видом гостиницы и предложить названия.

Нами был проведен анализ реальных ожиданий отельера и потребителей к проекту новых гостиниц, созданных алгоритмами искусственного интеллекта. Анализ ожиданий отельеров был проведен по перечню критериев, отраженных в реализованных проектах гостиниц, ожиданий потребителей — на основании комментариев пользователей социальных сетей и видеосервисов в сети Интернет.

Ожидания потребителя от отеля в районе острова Канта скорее могут ассоциироваться с историческим прошлым Калининграда, связанным с Восточной Пруссией и Германией. Так как остров был центром Кёнигсберга в прошлом, соответственно, район вызывает ассоциации с богатством, роскошью, элегантностью, императорским стилем архитектуры. У посетителей складывается впечатление о наличии в гостинице комфортных номеров с роскошными интерьерами, декорациями и первоклассным сервисом. Отельер с грамотным и детальным подходом при проектировании гостиницы в районе острова Канта будет также учитывать вышеописанные детали и особенности.

Амалиенау относится к престижному району современного Калининграда с хорошо сохранившейся немецкой застройкой. У потребителей, которые предпочитают останавливаться в гостинице в данном районе, ассоциации, вероятнее всего, будут связаны с культурным центром города. Соответственно, гостиница будет отличаться высоким уровнем комфорта, роскошью в интерьере и соответствующим обслуживанием.

Российский и зарубежный опыт использования ИИ

Применение современных цифровых технологий уже прочно вошло в практику туристической и музейной работы. Несмотря на то что специалисты этих сфер социокультурной деятельности активно ис-



пользуют ИИ и современных туристов уже сложно удивить VR (виртуальная реальность) — и даже AR (дополненная реальность) — технологиями, проводимые исследования показывают, что это направление все еще имеет перспективы для роста. Так, проведенные международной группой ученых (из Венгрии, Китая и Марокко) интервью с фокус-группой и опрос с участием 243 респондентов позволили реально оценить восприимчивость людей к виртуальному туризму. Участники ответили на вопросы об их привычках путешествий и восприятии виртуального туризма. Анализ данных выявил опасения, связанные с технологическими аспектами виртуального туризма: более 20 % респондентов были совершенно не знакомы с VR и только 17 % использовали эту технологию. Большая часть, почти 40 %, не знала о применении VR в туристической отрасли, и только 11,2 % имели личный опыт работы с ней. В то же время шкала Лайкерта показала, что респонденты признали преимущества виртуального туризма по сравнению с традиционными путешествиями, но выразили скептицизм в отношении технологических достижений. В целом большинство респондентов проявили любопытство и готовность исследовать виртуальный туризм [18].

Применение искусственного интеллекта в сфере туризма — относительно новое явление. Вместе с тем даже обобщенные данные о возможностях ИИ в науке говорят, что ИИ во много раз способен повысить эффективность при работе с большими данными. Как отмечено в работе 2018 г. «Наука о данных: большие данные, машинное обучение и искусственный интеллект», «быстрый поиск на PubMed.gov для каждого из терминов, которые использовались для описания какого-либо аспекта науки о данных, превысил 10000 результатов на термин, а ИИ выдал 74250 результатов» [15].

Уже начинают появляться зарубежные и российские работы, посвященные использованию ИИ для изучения процессов, происходящих в сфере туризма и гостеприимства. Например, итальянские ученые провели исследование, направленное на разработку сложной модели искусственной нейронной сети, для ответа на исследовательский вопрос о том, как прогнозировать входящий туристический поток в регионе Апулия в зависимости от неоднородности туристических предложений, присутствующих на территории [16]. Ученые из Турции предложили использовать искусственную нейронную сеть (ИНС) для классификации объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО с применением широкого набора данных, который включает входные переменные, такие как название, дата внесения, долгота, широта, регион и штат, а также выходные переменные, указывающие на культурные, природные и смешанные категории объектов Всемирного наследия [14].

В работе [19] нашел отражение новаторский подход к содействию инклюзивным интеллектуальным туристическим направлениям путем интеграции генеративного искусственного интеллекта (Gen AI) с обработкой естественного языка (NLP) и Интернета вещей (IoT) в интеллектуальную платформу, которая поддерживает принятие туристических решений и планирование поездок в интеллектуальных туристических направлениях.



К настоящему времени феномен использования ИИ в сфере гостиничного планирования и дизайна практически не изучен, исследования в основном посвящены анализу применения ИИ во внутреннем и внешнем управлении гостиничного предприятия. Вместе с тем китайские исследователи Д. Ли, П. Ду и Х. Хе (Dan Li, Pengju Du, Haizhen He) верно отметили, что «развитие интеллектуального туризма отвечает потребностям развития городской информатизации. На основе городской модернизации функции города были еще больше расширены и сублимированы посредством нового поколения информационных технологий. Развитие интеллектуального туризма подразумевает комплексную эксплуатацию различных систем. При применении интеллектуальных технологий к туристическим достопримечательностям и связанным с ними услугам сфера применения должна быть своевременно расширена, а режим экономического развития должен быть адаптивно изменен, способствуя развитию информатизации в городских общественных службах, социальном управлении и т.д.» [17]. Можно найти подтверждение данной позиции и в работах российских ученых и экспертов. Так, в [9] показано, что методы интеллектуального анализа позволяют предприятиям индустрии туризма и гостеприимства применять автоматизированные системы управления, где сотрудники могут предположить будущие условия развития через собранные данные и анализ клиентского опыта. Использование технологий машинного обучения даст возможность оценить и улучшить качество обслуживания. Появляется возможность поиска информации по конкретному пункту назначения, бронирования через онлайн-системы с предварительно подобранными предложениями на основе предпочтений туриста, сравнения конкурирующих отелей, анализа отзывов и распознавания их подлинности, поиска подходящих средств размещения по фотографиям, автоматизации внутренних бизнес-процессов в гостиничной сфере.

По результатам анализа трансформации инновационных технологий искусственного интеллекта для его применения в гостиничном бизнесе исследователи Н.Б. Кущева, В.И. Терехова [8] пришли к выводу, что руководители гостиничного бизнеса положительно рассматривают возможность использования технологий ИИ. Наиболее часто в деятельности гостиниц используются такие технологии ИИ, как анализ статистических данных, чат-боты, создание автоматизированных отчетов, оперативные и прогностические анализаторы. Интегрируя искусственный интеллект, гостиницы также имеют возможность повысить положительную осведомленность о бренде и лояльность клиентов, что должно привести их к ощутимой финансовой прибыли.

В статье [4] анализируются преимущество и недостатки применения искусственного интеллекта в международном гостиничном секторе. Использование ИИ оптимизирует работу гостиничного бизнеса, сокращает операционные расходы, обеспечивает доступность технологий для обычного потребителя. Во внутренней среде гостиницы ИИ



применяется в управлении репутацией гостиницы (Hotel Reputation Management), управлении выручкой/доходами гостиницы (Hotel Revenue Management), рекрутинге. Гостиничные предприятия будут иметь возможность прогнозировать спрос на гостиничные услуги и моделировать шаблоны потребительского поведения. Исследователи приходят к заключению, что наиболее оптимальный вариант — это использование ИИ в сочетании с человеческим ресурсом.

В государственной программе «Цифровая экономика России» [10] использование ИИ для городского планирования не предусмотрено. В основном ИИ представлен системой «Умный город», что предполагает автоматизацию процессов управления коммунальными сервисами городского хозяйства.

За рубежом это направление также рассмотрено в незначительном количестве работ. Например, в работе [20] указывается, что за последние десятилетия в городском планировании используются разнообразные передовые методы анализа: географические информационные системы (ГИС), системы управления базами данных (СУБД), системы поддержки принятия решений (DSS), системы поддержки планирования (PSS) и экспертные системы (ES). Эти технологии изменили не только городское планирование, но и потребительские товары и услуги. Такие компании, как *Baidu*, *Amazon*, *Netflix* и *Google* применяют ИИ для анализа поведения и характеристик потребителей, оптимизации цепочек поставок и логистики. Доступность данных, увеличение скорости обработки и развитие приложений, связанных с планированием, создают благоприятные условия для внедрения этих технологий. Несмотря на расширение исследований в этой области, результаты пока мало используются профессиональными планировщиками.

Результаты и обсуждение

Нами были проанализированы данные, полученные с чат-бота с генеративным искусственным интеллектом, для которого была составлена цепочка заданий по моделированию бренда гостиниц в двух исторических районах Калининграда.

Результаты описания исторических районов Амалиенау и острова Канта, выполненные ИИ, приведены ниже.

Район Амалиенау. «Район Амалиенау, расположенный в Калининграде, — один из самых живописных и исторически значимых мест города. Этот район представляет собой уникальный образец архитектуры начала XX в., он был построен для состоятельных жителей Кёнигсберга. Амалиенау был основан в 1907 г. по инициативе обер-бургомистра города Людвиг Хольмана и назван в честь его жены Амалиенхофом, что означает «двор Амали». Район был разработан по проекту известного архитектора Фридриха Хайтманна, который стремился создать здесь гармоничное сочетание природы и архитектуры. Главная особенность Амалиенау — его уникальные виллы, созданные в стиле



модерна и югендстиля. Виллы расположены вдоль узких улочек, каждая из которых имеет свой неповторимый облик и характер. Многие из них были построены для богатых семей кёнигсбергской буржуазии и сегодня являются памятниками архитектуры и истории. В Амалиенау также можно найти множество парков и скверов, которые были созданы для отдыха горожан и сохранения природы».

Район острова Канта. «Остров Канта — это исторический центр Калининграда, расположенный на реке Преголе. Он назван в честь великого немецкого философа Иммануила Канта, который родился и жил в Кёнигсберге (старое название Калининграда). Остров Канта — одна из главных достопримечательностей Калининграда, которая привлекает множество туристов со всего мира. Здесь можно историческое здание Кафедрального собора. Кафедральный собор — это главный символ острова Канта. Он был построен в XIV в. и является одним из древнейших зданий Калининграда. Внутри собора можно увидеть множество интересных экспонатов: статуи святых, картины и прочие предметы искусства.

Предполагаемые гостиницы, сгенерированные ИИ по заданным параметрам и описанные от имени ИИ, представлены ниже».

Гостиницы в районе Амалиенау. «Гостиницы в районе Амалиенау в Калининграде, вероятно, отражают уникальный архитектурный стиль этого района. С учетом исторической значимости и привлекательности Амалиенау гостиницы здесь, скорее всего, сочетают в себе элегантность и изысканность. Я представляю, что гостиницы в этом районе могут иметь фасады, выполненные в стиле модерна или барокко, чтобы соответствовать общей атмосфере Амалиенау. Они могут быть украшены изящными линиями, орнаментами и деталями, которые характерны для этих архитектурных стилей...

Внутри гостиницы, я вижу, что интерьер будет сочетать в себе классические и современные элементы. Возможно использование дерева, мрамора и других натуральных материалов, чтобы создать роскошную и уютную атмосферу. Мебель и декор могут быть стильными и элегантными, отражая историческое наследие и культуру этого района.

Гостиницы в районе Амалиенау, вероятно, демонстрируют высокий уровень сервиса и комфорта для своих гостей. Они могут предлагать различные удобства, такие как рестораны, спа-салоны, фитнес-центры и конференц-залы, чтобы удовлетворить потребности различных гостей.

В целом стиль гостиниц в районе Амалиенау, на мой взгляд, будет сочетать в себе элегантность, роскошь и уникальность, чтобы подчеркнуть прекрасную атмосферу этого исторического района в Калининграде».

Искусственный интеллект учитывает высотность застройки района и поэтому видит гостиницу в районе Амалиенау высотой от 3 до 5 этажей. Также он видит такую гостиницу с номерной фондом около 50 номеров.

По вышеприведенному описанию, выполненному ИИ, были смоделированы изображения гостиниц (рис. 1).



Рис. 1. Смоделированные ИИ гостиницы в районе Амалиенау в Калининграде

Гостиница в районе острова Канта. «Гостиница рядом с островом Канта в Калининграде представляет собой элегантное и современное здание, сочетающее в себе уникальные элементы исторического наследия и современного дизайна.

Фасад гостиницы выполнен в классическом стиле, с применением камня и дерева, что придает зданию изысканность и шарм. Внутри гостиницы преобладает современный интерьер с использованием светлых оттенков и стильных акцентов.

Лобби гостиницы отличается простором и уютом. Здесь можно увидеть стильные мебельные композиции, изысканные декоративные элементы и произведения искусства, которые создают атмосферу роскоши и комфорта.

Номера гостиницы оформлены с привлекательным дизайном, сочетающим современные удобства и элементы классического стиля. Комнаты оборудованы современной мебелью, качественным постельным бельем и техническими устройствами, чтобы обеспечить максимальный комфорт для гостей.

Рестораны и бары гостиницы предлагают изысканное меню, включающее блюда местной и международной кухни. Интерьеры ресторанов отражают элегантность и стиль гостиницы, создавая атмосферу расслабленности и удовольствия.

Гостиница на острове Канта также предлагает различные услуги для своих гостей, включая спа-салон, фитнес-центр и конференц-залы, оборудованные современной техникой для проведения деловых мероприятий.

В целом стиль гостиницы на острове Канта в Калининграде можно охарактеризовать как элегантный, современный и роскошный, сочетающий в себе элементы истории и современности. Это место, где гости могут насладиться комфортом и красотой в уникальной атмосфере острова Канта».

Смоделированная картинка гостиниц в районе острова Канта представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Смоделированные ИИ гостиницы в районе острова Канта в Калининграде

ИИ также представил несколько вариантов названий гостиниц. Гостиницу в районе Амалиенау было предложено назвать «Амалиенау», «Парк Хотель», «Амалиенаум», «Амалиенаус»; гостиницу в районе острова Канта — «Кантиана», «У Канта», «Философ», «Старый Кёнигсберг».

Выводы

Таким образом, проведенное исследование показало, что использование ИИ возможно не только с целью анализа больших данных, создания новых туристических продуктов и в качестве виртуального помощника при планировании и реализации путешествий, но и для создания новых объектов индустрии туризма и гостеприимства. В нашем случае это было выполнено для гостиничного сектора.

Описание районов Амалиенау и острова Канта в Калининграде, выполненное искусственным интеллектом, в большой степени совпадает с достоверной исторической информацией [1; 7]. Вместе с тем по результатам проектирования можно выделить как положительные, так и отрицательные стороны использования ИИ.

Изложение по проектируемым ИИ гостиницам во многом согласуется с ожиданиями отельера и потребителя в части ассоциаций с историческим прошлым региона, определенным архитектурным стилем здания и интерьером, предлагаемым сервисом.

Из плюсов можно выделить хорошо подобранный ИИ архитектурный стиль зданий гостиниц в соответствии с заявленным местоположением. Довольно детально описываются фасад здания, интерьеры гостиничных номеров, предлагаемые гостям услуги. Например, для района Амалиенау ИИ учел, что в прошлом там располагались элитные



виллы и дома, поэтому он предложил сделать мебель в гостинице и декор «стильными и элегантными» для отражения исторического наследия и культуры данного района. Гостиница на острове Канта, напротив, была представлена ИИ как смешение современного и исторического стилей.

Предлагаемые эскизы проектируемых гостиниц также согласуются с общей концепцией постройки рассматриваемых исторических районов Калининграда.

Несмотря на достаточно подробное и практически применимое описание гостиниц, созданное ИИ, ряд поставленных задач был выполнен некорректно. Например, ИИ не смог сформировать номерной фонд гостиниц согласно заявленной этажности и эргономике пространства. Предложенная ИИ этажность не соответствует сложившейся исторической застройке, не учтен и ландшафт территории: откуда-то появилась река и в то же время по непонятной причине не нашла отражение в изображении концепция «город-сада» — идея, заложенная в основу проектирования исторического района Амалиенау и нашедшая широкое отражение в сети Интернет. Предлагаемый номерной фонд был стандартным — 50 и более комнат. Относительно выбранных ИИ названий гостиниц также можно сделать вывод, что при выборе были учтены только особенность месторасположения и отдельные исторические факты, поэтому без предварительного обучения ИИ проектирование гостиницы на малоизвестной местности представляет определенные трудности.

Для получения более корректных, релевантных результатов следует пересмотреть подход к работе с ИИ: сформулировать четкое описание предмета с уточнением параметров запроса, а также их количественные характеристики. Например, конкретно указывать этажность будущей гостиницы в контексте с географическими и архитектурными особенностями. В предварительном запросе следует ограничить область поиска результата искусственным интеллектом. В частности, при запросе к ИИ спроектировать гостиницу в конкретном районе следует ограничить область поиска результатов: «для увеличения туристического потока в районе Калининграда (указать конкретный район города), «обозначить ограничение по количеству номеров с учетом транспортной доступности и загруженности улиц». Необходимо также задавать стиль и формат текста.

Выявленные недостатки позволяют дать рекомендации по доработке программного обеспечения, но также дают представление о возможностях ИИ, а значит, и о потребностях в дальнейшем совершенствовании технологий для более эффективного развития сферы туризма и оптимизации пространственного планирования туристических территорий.

В заключение можно отметить, что использование ИИ в туризме имеет потенциал для улучшения качества услуг в сфере гостеприимства, повышения удовлетворенности клиентов, экономии времени при принятии инвестиционных решений.



Список литературы

1. Белинцева И. В. Архитектура городских предместий: Амалиенау в Кёнигсберге (современный район ул. Кутузова в Калининграде) // Архитектура эпохи модерна в странах Балтийского региона : материалы международной научной конференции. СПб., 2015. С. 32 – 34.
2. Бренд города: что это и как он создается. URL: <https://plenum.ru/blog/brending-goroda> (дата обращения: 13.10.2024).
3. Визгалов Д. В. Брендинг города. М., 2011.
4. Дедок В. М., Пьяных П. В. Применение искусственного интеллекта в международном гостиничном секторе // Европейский журнал экономических наук и менеджмента. 2020. № 2. С. 59 – 63. doi: 10.29013/EJEMS-20-2-59-63. EDN: AKMDBA.
5. Ермак рассказал о максимальном количестве туристов, которое может «выдержать» Калининградская область // Kgd.ru : Информационно-аналитический портал Калининграда. URL: <https://kgd.ru/news/society/item/110652> (дата обращения: 27.09.2024).
6. За девять месяцев турпоток в Калининградскую область вырос на 9 % // Klgd.ru : Информационно-аналитический портал Калининграда. URL: <https://kgd.ru/news/society/item/110822> (дата обращения: 11.10.2024).
7. Кёстер Б. Кёнигсберг. Сегодняшний Калининград. Архитектура немецкого времени / пер. с нем. Хузум, 2000.
8. Куцева Н. Б., Терехова В. И. Трансформация инновационных технологий искусственного интеллекта для его успешного применения в гостиничном бизнесе // Петербургский экономический журнал. 2021. № 1. С. 37 – 43. doi: 10.24411/2307-5368-2020-10055. EDN: OFQFEC.
9. Морозов М. А., Морозова Н. С. Импортзамещение и цифровизация в индустрии туризма и гостеприимства в новых реалиях // Вестник Академии знаний. 2023. № 2 (55). С. 154 – 160. EDN: CYLBEM.
10. Национальные проекты России. Цифровая экономика. URL: <https://xn--80aarpemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/tsifrovaya-ekonomika> (дата обращения: 14.10.2024).
11. Тема в цифре. Гостиницы // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области. URL: https://39.rosstat.gov.ru/statistical_news/document/171027 (дата обращения: 13.10.2024).
12. Тимошенко З. И., Мунин Г. Б., Дышлевой В. П. Брендинг в гостиничном бизнесе // Маркетинг гостинично-ресторанного бизнеса. URL: <https://tourism-book.com/pbooks/book-37/ru/chapter-1857/> (дата обращения: 13.10.2024).
13. Туризм. Гостиницы // Администрация ГО «Город Калининград». URL: <https://www.klgd.ru/city/tourism/> (дата обращения: 13.10.2024).
14. Bozkurt A., Şeker F. Harmonizing Heritage and Artificial Neural Networks: The Role of Sustainable Tourism in UNESCO World Heritage Sites // Sustainability. 2023. Vol. 15 (17). P. 13031. URL: <https://doi.org/10.3390/su151713031>.
15. Carlos R. C., Kahn C. E., Halabi S. Data science: big data, machine learning, and artificial intelligence // Journal of the American College of Radiology. 2018. Vol. 15 (3). P. 497 – 498. doi: 10.1016/j.jacr.2018.01.029.
16. Castellana F., Zupo R., Corbo F. et al. Exploring Apulia's Regional Tourism Attractiveness through the Lens of Sustainability: A Machine Learning Approach and Counterfactual Explainability Process // Sustainability. 2024. Vol. 16. P. 6287. doi: 10.3390/su16156287.



17. Li D., Du P., He H. Artificial Intelligence-Based Sustainable Development of Smart Heritage Tourism // *Wireless Communications and Mobile Computing*. 2022. P. 5441170. doi: 10.1155/2022/5441170.

18. Polishchuk E., Bujdosó Z., El Archi Y. et al. The Theoretical Background of Virtual Reality and Its Implications for the Tourism Industry // *Sustainability*. 2023. Vol. 15 (13). P. 10534. doi: 10.3390/su151310534.

19. Suanpang P., Pothipassa P. Integrating Generative AI and IoT for Sustainable Smart Tourism Destinations // *Sustainability*. 2024. Vol. 16. P. 7435. doi: 10.3390/su16177435.

20. Sanchez T.W., Shumway H., Gordner T., Lim Th. The prospects of artificial intelligence in urban planning // *International Journal of Urban Sciences*. 2023. Vol. 27, №2. P. 179–194. doi: 10.1080/12265934.2022.2102538.

Об авторах

Елена Геннадиевна Кропинова — доктор географических наук, профессор, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: EKropinova@kantiana.ru

ORCID: 0000-0002-6971-7275

Владимир Сергеевич Казимирченко — студент, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: vladimir172vk@gmail.com

E. G. Kropinova, V. S. Kazimirchenko

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO VISUALIZE ARCHITECTURAL STYLE AS A BRANDING ELEMENT

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Received 22 January 2025

Accepted 12 March 2025

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-1

To cite this article: Kropinova E.G., Kazimirchenko V.S., 2025, The use of artificial intelligence to visualize architectural style as a branding element, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №2. P. 5–17. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-1.

Artificial intelligence (AI) technologies are increasingly contributing to hotel branding initiatives within the hospitality industry. This study investigates the potential applications of AI in the hospitality sector, using the hotel services industry as a case study. A generative AI chatbot (ChatGPT 4, YandexGPT 2) was employed to model hotel branding based on a set of predefined parameters, focusing on two historic districts of Kaliningrad. The results indicate that the architectural styles and hotel designs generated by AI largely aligned with the intended concepts of the historic sites and could be successfully integrated into the contemporary architectural landscape of Kaliningrad. Additionally, the hotel names proposed by AI were consistent with the descriptions of the districts and took into account historical characteristics. However, identified limitations included insufficient consideration of the geographic



features and urban planning restrictions of the selected areas. The article offers recommendations for crafting effective AI prompts to obtain more accurate results in hotel design and highlights the significant potential of AI technologies to advance the hospitality industry.

Keywords: artificial intelligence, hotel branding, Kaliningrad, Amalienau, Kant Island, tourism modeling, chatbot, architectural style

The author

Prof. Elena G. Kropinova, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: EKropinova@kantiana.ru

ORCID: 0000-0002-6971-7275

Vladimir S. Kazimirchenko, student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: vladimir172vk@gmail.com

И. С. Гуменюк, В. Ю. Кудрявцева

ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ САМОУПРАВЛЕНИЕ КАК ФОРМА ЛОКАЛЬНОЙ САМООРГАНИЗАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ

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

Поступила в редакцию 26.02.2025 г.

Принята к публикации 30.03.2025 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-2

18

Для цитирования: Гуменюк И. С., Кудрявцева В. Ю. Территориальное общественное самоуправление как форма локальной самоорганизации населения // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2025. №2. С. 18–36. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-2.

В настоящее время на разных уровнях власти значительное внимание уделяется развитию гражданского общества, поддерживаются проекты некоммерческих организаций, местных сообществ и органов территориального общественного самоуправления (ТОС). Главным условием различных проектов является непосредственное вовлечение граждан в процессы обсуждения и принятия, а также участие жителей в реализации этих проектов. В рамках статьи авторы анализируют историю развития ТОС в России, отмечая, что после 2015 г. фиксируется новый интерес к этому формату, выраженный в том числе в активной фазе появления новых ТОС. В статье сравнивается ТОС как форма локальной самоорганизации населения с другими форматами, в том числе некоммерческими организациями (НКО). Авторы приходят к выводу, что между ТОС и НКО имеется ряд различий, но принципиальным является подход к их созданию. НКО – это форма, объединяющая людей общей целью (задачами, проблемой, которую надо решить), в то время как в основе ТОС лежит территориальный фактор объединения. Практические результаты исследования показывают, что в Калининградской области современный период активного формирования новых ТОС начался с 2017 г., в результате которого число ТОС с 2020 по 2024 г. выросло с 3 до 56 единиц. В настоящее время наблюдается высокая представленность ТОС (число ТОС в расчете на 10 000 чел. населения) в сельских периферийных муниципалитетах региона. Также для большинства периферийных муниципальных образований Калининградской области высокий уровень представленности ТОС напрямую коррелирует со значительным количеством в них социально ориентированных некоммерческих организаций (СОНКО).

Ключевые слова: территориальное общественное самоуправление (ТОС), Калининградская область, некоммерческая организация (НКО), социально ориентированная некоммерческая организация (СОНКО)

Введение

Территориальное общественное самоуправление (ТОС) как форма локальной самоорганизации населения получило распространение в России с конца 1980-х гг. и стало неким аналогом распространенных в



зарубежных странах локальных объединений активных жителей [10]. Подобная организация гражданского общества, по мнению иностранных исследователей [32; 33], является эффективным каналом для передачи сигналов о потребностях населения другим заинтересованным сторонам, особенно органам власти. Несмотря на то что ТОС как форма организации местного самоуправления появилось в 1995 г. (в рамках федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 28.08.1995 №154-ФЗ) и окончательно институционализировалось в 2003 г. (федеральный закон от 06.10.2003 №131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации») как инструмент локальной самоорганизации населения оно массово долгие годы не было востребовано. Многие исследователи [1; 2] анализировали проблематику низкой эффективности ТОС того периода, но в целом авторы статьи склонны согласиться с аргументами, представленными в работе [29]. В ней отмечается, что проблемы формирования ТОС связаны с низким уровнем информированности граждан о его возможностях, со сложностью в процедуре регистрации, отсутствием собственных финансовых возможностей и бюджетных инструментов поддержки со стороны муниципальных образований, схожестью функций между ТОС и ТСЖ (товарищество собственников жилья) в части решения вопросов содержания имущества в многоквартирном жилом доме, в результате чего население отдавало предпочтение последним.

Новый импульс в развитии ТОС появился после 2014–2015 гг., чему способствовала реализация новой модели распределения части федеральных бюджетных средств через грантовые и конкурсные процедуры, в том числе активное внедрение инструментов государственной поддержки некоммерческих организаций (НКО). Самым известным из таких инструментов поддержки НКО является Фонд президентских грантов [25], начавший свою работу с 2017 г. На развитие ТОС также благотворно повлияло активное внедрение как на федеральном, так и на региональном уровне практик инициативного бюджетирования [5], часто называемых по аналогии с англоязычным термином партисипативным бюджетированием (*participatory budgeting*). Не менее важными факторами развития ТОС в регионах России стали процессы цифровизации (благодаря которой частично удалось решить проблему информирования населения о возможностях и механизмах локальной самоорганизации) и упрощения процедур государственной регистрации ТОС. Как итог, если в 2014 г. действовало около 21 тыс. органов ТОС, охватывающих 4,5 тыс. муниципалитетов в 33 регионах России, то в 2020 г. насчитывалось уже около 35 тыс. ТОС, уставы которых зарегистрированы в 6,5 тыс. муниципальных образований, представляющих 81 субъект Российской Федерации [15]. В 2023 г. в России насчитывалось 38,2 тыс. ТОС в 85 регионах России, из которых 35,6 тыс. были организованы без регистрации юридического лица, а 2576 функционирует в качестве юридических лиц [19].

ТОС как форма самоорганизации населения активно изучается российскими учеными с разных позиций: юридических аспектов деятель-



ности и взаимодействия с органами власти [26; 30]; проблем информирования и вовлеченности населения в деятельность ТОС [8; 11; 12]; практической деятельности ТОС в отдельных регионах России [6; 14; 27].

В рамках данной статьи авторы исследования ставят перед собой цель проанализировать значение и роль территориального общественного самоуправления в современных условиях реализации государственной политики социально-экономического и пространственного развития, поддержки местных инициатив и локальной самоорганизации населения, в том числе выявить особенности организации и функционирования ТОС в Калининградской области.

20

Ключевые задачи исследования связаны с пониманием современной сущности ТОС, оценкой достоинств и недостатков данной формы локальной самоорганизации (в том числе в сравнении с другими институциональными формами локальной самоорганизации населения), выявлением их роли в пространственном и социально-экономическом развитии на локальном уровне на примере Калининградской области.

Результаты и обсуждение

Сущность ТОС и его отличие от других форм локальной самоорганизации населения

Территориальное общественное самоуправление и схожие с ним формы локальной самоорганизации населения являются результатом развития взаимоотношений между гражданским обществом (населением) и государственными органами власти (государством). Термин «гражданское общество» определяет совокупность лиц, добровольно объединенных для удовлетворения материальных, духовных или иных потребностей. Гражданское общество предполагает наличие многочисленных независимых институтов, организаций и союзов, действующих в рамках существующего права, которые служат препятствием для монополизации государственной власти и позволяют выразить и реализовать самые разнообразные потребности и интересы индивидов [3].

Формы общественного самоуправления — это один из признаков демократии, определяющий право жителей регламентировать существенную часть общественных дел. Данное право может проявляться индивидуально, а также с помощью местного самоуправления в качестве социальных институтов, в том числе через территориальное общественное самоуправление.

Понятие «самоуправление» изначально предполагает независимость регулирования каких-либо вопросов, то есть способность руководящего центра решать свои проблемы. Словарь Ожегова предполагает немного другую трактовку термина, характеризуя самоуправление как право граждан разрешать дела внутреннего значения собственными силами и по собственным законам, в пределах национально-территориальной единицы. Самоуправление как социальный феномен обладает несколькими признаками, такими как осуществление в интересах



местных жителей, добровольное и свободное объединение участников, доминирование форм демократии, подконтрольность органов власти населению [4].

Федеральный закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» трактует понятие «территориальное общественное самоуправление» как самоорганизацию граждан по месту их жительства на части территории поселения, внутригородской территории города федерального значения, муниципального округа, городского округа, внутригородского района для самостоятельного и под свою ответственность осуществления собственных инициатив по вопросам местного значения [24].

ТОС относится к числу формализованных (институциональных) форм локальной самоорганизации населения, что подразумевает существование устава, организационной структуры (наличие председателя, исполнительно-распорядительных органов, комиссий и пр.), четко обозначенных целей, задач, форм и направлений деятельности, определение локальной территории, которую представляет данный ТОС. Институциональный характер ТОС выделяет его среди других возможных неформализованных форм локальной самоорганизации населения (неформальные объединения вокруг отдельной личности или идеи, объединения по интересам или для решения какой-то конкретной проблемы, вопроса). Например, люди, проживающие на одной улице или в одном подъезде и систематически организующие совместную уборку территории, не являются ТОС и выступают неформализованной формой локальной самоорганизации населения для решения конкретной проблемы.

Значение института ТОС можно определить через несколько ключевых функций, которые оно выполняет. Во-первых, идентификационно-пространственная функция заключается в формировании у жителей конкретной территории чувства сопричастности к своему дому, двору, микрорайону, селу или городу. Во-вторых, социально-ориентационная функция задает модели конструктивного сотрудничества и созидательного гражданского поведения среди жителей. Третья функция, политическая, обеспечивает постоянную возможность для граждан осуществлять свое право на непосредственное участие в принятии решений, касающихся развития их территории. Четвертая, индикаторная, функция включает в себя мониторинг качества предоставления коммунальных услуг, муниципальных и государственных услуг, что также является важным аспектом деятельности ТОС в контексте местного самоуправления. Пятая, стабилизационная, позволяет сигнализировать о возможных негативных изменениях качества жизни в результате действий третьих лиц и коллективно реагировать на такие угрозы. Шестая, инструментальная, дает возможность привлекать жителей к непосредственному участию в процессе обустройства ТОС, объединять и концентрировать ресурсы власти, бизнеса, некоммерческих организаций (НКО) и других организаций (в том числе внешних по отношению к границам ТОС) для выполнения стоящих перед ТОС задач.



Наряду с ТОС существует множество разнообразных форм формализованных объединений населения, направленных на решение специфических социальных и экономических проблем. К таким объединениям относятся ассоциации, профессиональные союзы, некоммерческие фонды, товарищества собственников жилья и др. В данном контексте следует рассмотреть основные различия между территориальными общественными самоуправлениями и другими формами организаций.

Первым ключевым отличием ТОС от альтернативных объединений является характер участия: в высшей степени открытые для всех жителей соответствующей территории, ТОС предоставляют возможность активного участия граждан во всех процессах управления. В отличие от ТОС членами товарищества собственников жилья могут быть только лица, обладающие правом собственности на недвижимое имущество в рамках конкретного жилого здания [28].

Вторым значимым различием является предмет деятельности организаций. ТОС, как правило, не ограничено узкими сферами деятельности и имеет возможность реализовывать инициативы, касающиеся вопросов местного значения. Напротив, другие виды объединений, такие как ассоциации, профессиональные союзы или товарищества собственников жилья, действуют в четко определенных рамках и не могут выходить за пределы тех целей и задач, для которых они были созданы [23].

Также различно правовое регулирование. Территориальное общественное самоуправление регламентируется федеральным законом «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», тогда как некоммерческие организации управляются в соответствии с федеральным законом «О некоммерческих организациях». Важно отметить, что ТОС функционирует не от имени государства, а представляет интересы конкретного территориального сообщества [9].

Кроме того, территориальное общественное самоуправление может иметь статус юридического лица, что предоставляет возможность привлекать ресурсы на добровольной основе для решения местных проблем, усиливая вовлеченность граждан в процессы местного управления и адаптации к текущим вызовам. ТОС, оформленные в качестве юридического лица в правовом поле, приравниваются к некоммерческим организациям (НКО), автономным некоммерческим организациям (АНО) или социально ориентированным некоммерческим организациям (СОНКО). При этом между юридически оформленным ТОС и НКО имеется ряд различий, выраженных в правовой основе регулирования деятельности, составе учредителей, порядке регистрации. Но принципиальное отличие ТОС и НКО лежит в мотивации их создания. НКО — форма, объединяющая людей общей целью (задачами, проблемой, которую надо решить), в то время как в основе ТОС лежит территориальный фактор. Именно поэтому ТОС как форма локальной самоорганизации населения интересна в контексте пространственного



и социально-экономического развития, так как имеет четкую привязку к месту и работает исключительно на благо той территории (и населения, на ней живущего), на которой ТОС было создано.

Территориальное общественное самоуправление, являясь добровольной формой локальной самоорганизации населения, не имеет четкой структуры управления «сверху» со стороны муниципальных, региональных и федеральных органов власти. Вместе с тем для обеспечения эффективного функционирования ТОС и органов власти в настоящее время в России сформирована определенная организационная вертикаль, в которую встраиваются ТОС (табл. 1).

Таблица 1

**Организационная вертикаль движения ТОС в РФ
с описанием целей и задач каждого уровня**

Уровень	Задача	Цели
<i>Индивидуальный</i> Инициативные граждане, потенциальные руководители ТОС	Объединение населения общей идеей, формирование блока партнеров будущего ТОС из числа организаций и учреждений, функционирующих на территории, на которой планируется создать ТОС	Определения потребностей и желаний жителей в преобразовании и благоустройстве территории. Формирование событийного блока части территории (возможные мероприятия – праздник двора, дни рождения именитых жителей, конкурсы)
<i>Локальный</i> Единичное ТОС	Выявление существующих проблем внутри каждого ТОС и определение приоритетных направлений работы	Разработка комплексного плана развития ТОС
<i>Внутримunicipальный</i> Группа ТОС, расположенных на части муниципалитета	Открытие центра по работе с населением (консультации и юридическая помощь)	Закрепление положений о полномочиях Совета ТОС. Определение задач по финансовой координации деятельности ТОС. Подготовка и обучение актива ТОС
<i>Муниципальный</i> Все ТОС, расположенные в границах одного муниципального образования	Формирование Совета по развитию ТОС при главе муниципального образования	Консолидация усилий по развитию муниципального образования, обсуждению вопросов конкурсной или иной форм поддержки деятельности ТОС. Формирование или корректировка программ социально-экономического развития муниципально-го образования



Окончание табл. 1

Уровень	Задача	Цели
Региональный Все ТОС, расположенные в границах субъекта федерации	Создание Совета по развитию ТОС при высшем должностном лице субъекта Российской Федерации	Консолидация усилий по развитию территории субъекта РФ. Формирование единых подходов в деятельности ТОС субъекта РФ, выработка и корректировка механизмов вовлечения граждан в решение социально-экономических и политических вопросов территории. Обсуждение вопросов конкурсной или иной формы поддержки деятельности ТОС, формирование или корректировка программ социально-экономического развития субъекта РФ
Федеральный Все ТОС России	Формирование единой повестки развития ТОС в России, создание площадки по обсуждению деятельности ТОС с участием ФОИВ, ФС РФ, бизнеса	Формирование программы подготовки актива ТОС на площадках ОАТОС. Обсуждение законодательных инициатив субъектов РФ. Организация взаимодействия органов исполнительной и законодательной власти через представителей ТОС

Разработано авторами на основе [13].

Особенности формирования ТОС и их территориальная дифференциация в Калининградской области

В Калининградской области история развития ТОС повторяет общероссийскую динамику. С 1995 по 2004 г. отмечается период активной регистрации ТОС, за это время было зарегистрировано 26 юридических лиц (рис. 1). Большая часть (24) была зарегистрирована в Калининграде, и это согласуется с тем, что первые ТОС по своей сути выполняли функции ТСЖ. С 2004 г. начался период ликвидации многих ранее зарегистрированных объединений. С 2004 по 2017 г. было ликвидировано 19 ТОС, при этом зарегистрирован лишь 1. Период с 2017 по 2020 г. характеризуется разнонаправленной динамикой: с одной стороны, за это

время было зарегистрировано 3 ТОС, с другой — прекратило существование 8. В результате за 25-летний период из 30 зарегистрированных ТО, в конечном счете ликвидированы как недействующие 27.

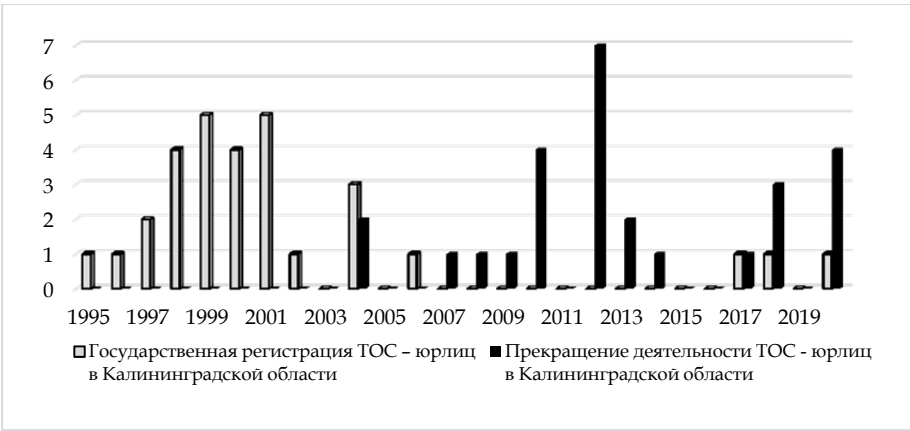


Рис. 1. Динамика регистрации и ликвидации ТОО как юридических лиц в Калининградской области с 1995 по 2020 г. [31]

Регистрация новых ТОО, которая началась в регионе с 2017 г., по времени полностью совпадает с новым импульсом к развитию ТОО, который был характерен для всей страны. По итогам этого активного периода в официальном реестре функционирующих ТОО Калининградской области по состоянию на 20 сентября 2024 г. числятся 56 ТОО, созданных в 18 из 22 муниципальных образований региона (табл. 2). Из 56 организованных ТОО 10 имеют статус юридических лиц. Единственными муниципалитетами, в которых нет зарегистрированных ТОО, остаются Пионерский и Светлогорский городские округа, а также Озерский и Нестеровский муниципальные районы.

Таблица 2

Реестр территориальных общественных самоуправлений
Калининградской области (по состоянию 20 сентября 2024 г.) [21]

Наименование муниципального образования Калининградской области	Наименование ТОО
Городской округ «Город Калининград»	ТОО «Прибрежный 39»
	ТОО «Восток»
	ТОО «Белая береза»
	ТОО «ЖЭУ-7»
	ТОО «Северный»
	ТОО «Согласия»
	ТОО «Чкаловск»
	ТОО «Наш дом»
	ТОО «п. Лермонтовский»
Багратионовский муниципальный округ	ТОО «Новоселово»
	ТОО «Лесной дом»
	ТОО «Лучик»



Окончание табл. 2

Наименование муниципального образования Калининградской области	Наименование ТОС
Балтийский городской округ	ТОС «Гавань»
	ТОС «Гоголевский»
Гвардейский муниципальный округ	ТОС «Комсомольский»
	ТОС «Поселок Березовка»
	ТОС «Парк Рипкейм»
	ТОС «Маришино озеро»
Гурьевский муниципальный округ	ТОС «Заозерье»
	ТОС «Рублёвочка-Вест»
Гусевский городской округ	ТОС «Сигма»
Зеленоградский муниципальный округ	ТОС «Куршская Пальмира»
	ТОС «Рыбацкие традиции»
	ТОС «Переславские гвардейцы»
Краснознаменский муниципальный округ	ТОС «Счастливенское»
Ладушкинский городской округ	ТОС «Усилада»
Мамоновский городской округ	ТОС «Красный дом»
	ТОС «Городок»
Неманский муниципальный округ	ТОС «Исток»
	ТОС «НЕобщага»
Полесский муниципальный округ	ТОС «Чистый берег»
	ТОС «Хуторок»
	ТОС «Нахимовец»
	ТОС «Точка притяжения»
	ТОС «Возрождение»
	ТОС «Семейный клуб «Ромашка»
	ТОС «Клуб «Серебряные знатоки»
	ТОС «Наш двор»
	ТОС «Рассвет»
	ТОС «Февральское»
Правдинский муниципальный округ	ТОС «Заречный»
	ТОС «Каштановка»
Светловский городской округ	ТОС «Неплейкино»
	ТОС «Дом ветров»
Славский муниципальный округ	ТОС «Заповедненский»
	ТОС «Ясное»
	ТОС «Мечта»
	ТОС «Дружные соседи»
Советский городской округ	ТОС «Тильзитская слобода»
	ТОС «Александровка»
	ТОС «Искорка»
	ТОС «ЧиБ»
Черняховский муниципальный округ	ТОС «Наследие»
	ТОС «Загородное»
Янтарный городской округ	ТОС «Синявино»
	ТОС «Эко-сад»

Примечание: жирным курсивом выделены ТОС, имеющие статус юридических лиц.

Лидером по числу функционирующих ТОС среди всех муниципалитетов региона является Полесский муниципальный округ (10 организаций), на втором месте Городской округ «Город Калининград» (9) (рис. 2). Два этих муниципалитета с большим отрывом лидируют среди других муниципалитетов региона. И если лидерство Калининграда логично в силу большой численности городского населения и его большей инициативности в самоорганизации, то высокая активность Полесского муниципального округа удивительна.

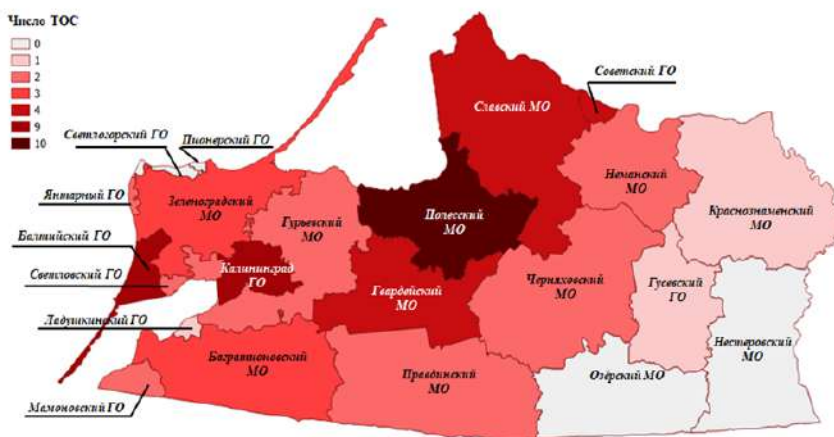


Рис. 2. Распределение числа ТОС по муниципальным образованиям Калининградской области по состоянию 20 сентября 2024 г.

Можно предположить, что лидерство Полесского муниципального округа по числу ТОС связано с историко-культурной ценностью объектов, расположенных на данной территории (например, старинной немецкой пивоварней, музеем «Вальдвинкель» и др.), и активными и инициативными местными жителями. Так, еще в 2019 г. существовало пять территориально-общественных самоуправлений в рассматриваемом муниципальном образовании, из которых четыре организации развивали сельский туризм. Также велась работа по изменению статуса самоорганизаций, и ТОС «Чистый берег» был зарегистрирован в качестве юридического лица. Общими усилиями за 2019 г. некоммерческие организации привлекли в Полесский муниципальный округ более 5,5 млн руб. С другой стороны, можно предположить, что активное развитие ТОС в Полесском муниципальном округе является отражением перехода от двухуровневой модели «муниципальных районов» к одноуровневой модели «муниципального округа», при которой произошла ликвидация муниципальных образований нижнего уровня (сельсоветов). Это усилило потребность в ТОС в качестве замещающего органа самоорганизации локальной жизни на определенной (периферийной) территории, от которой отделились формальные органы управления. Однако это предположение имеет логичное противоречие: почему ТОС не стали активно формироваться в других периферийных муниципалитетах, также перешедших на одноуровневую систему муниципальной организации. Скорее всего, в Полесском муниципальном

округе возникла необходимость в ТОС как в замещающих органах локальной самоорганизации населения одновременно при наличии богатого культурного наследия и наличия активных и инициативных жителей – «лидеров общественного мнения».

Для понимания данной особенности целесообразно сравнить представленность ТОС в муниципальных образованиях с представленностью в них социально ориентированных некоммерческих организаций (СОНКО) (рис. 3). Реестр действующих в регионе СОНКО также был взят с официальной страницы некоммерческих организаций Калининградской области [20]. Необходимо отметить, что некоторые ТОС, имеющие юридический статус, фигурируют и в реестрах СОНКО, что еще раз подтверждает правовую схожесть этих форматов при определенных условиях. Для корректного сопоставления данные были переведены из абсолютных в относительные, для чего показатели числа действующих ТОС и СОНКО в муниципалитете были нормированы на 10 000 чел. населения по данным официальных органов статистики. Распределение муниципальных образований Калининградской области представлено на рисунке 4.

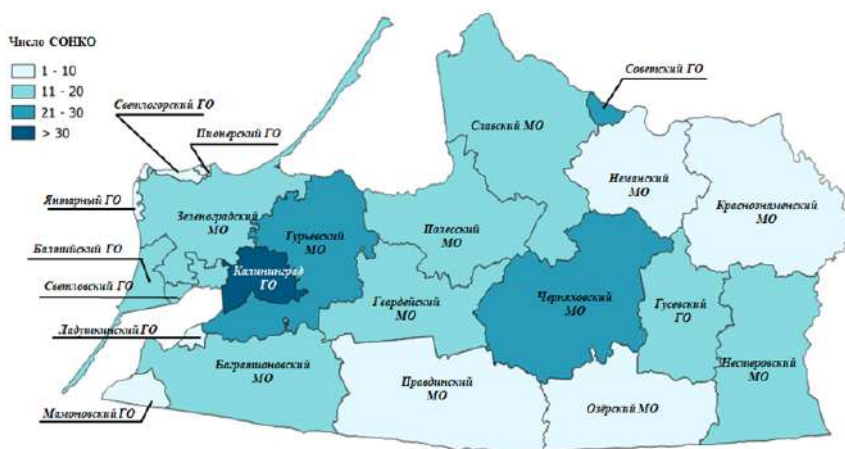


Рис. 3. Распределение числа СОНКО по муниципальным образованиям Калининградской области по состоянию 20 сентября 2024 г.

По итогу все муниципальные образования региона по представленности ТОС можно разделить на 4 группы.

Первая группа муниципальных образований, в которых представленность ТОС и СОНКО ниже среднеобластных значений. В этой группе оказались Пионерский, Светлогорский (в которых нет ни одного зарегистрированного ТОС), Гусевский городские округа и Гурьевский муниципальный район. Низкие значения Гурьевского района напрямую связаны с высокими показателями численности населения. Если смотреть на абсолютные значения, то район вполне сопоставим с другими и по числу ТОС (2 организации), и по числу СОНКО (25 организаций), но в перерасчете на численность населения район является худшим по интенсивности развития локальной самоорганизации населения.

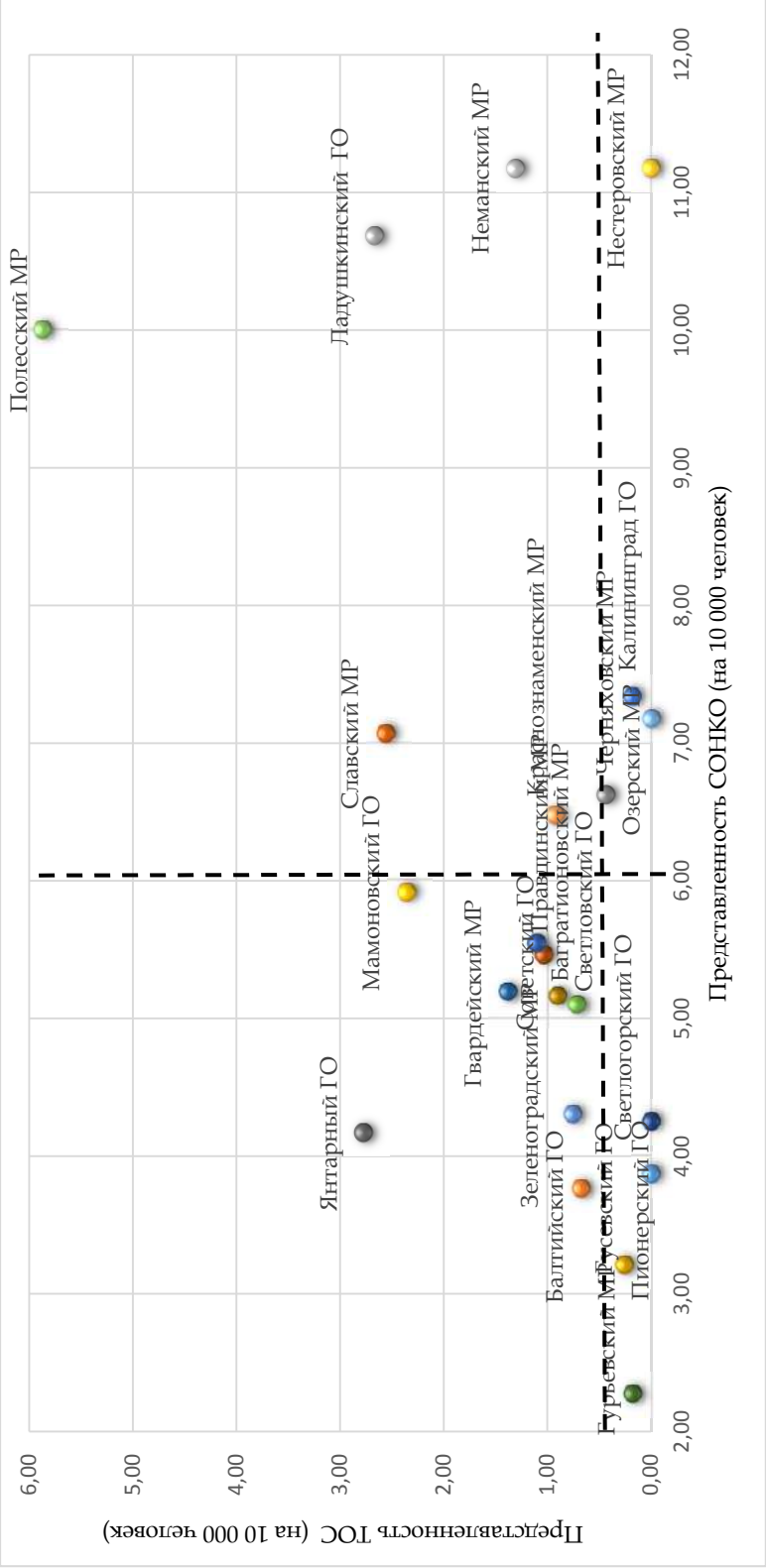


Рис. 4. Распределение муниципальных образований Калининградской области по представленности ТОС и СОНКО на 10000 чел. населения

Примечание: пунктирной линией отмечено среднее по Калининградской области значение показателя.



Вторая группа муниципалитетов имеет уровень представленности ТОС выше среднеобластного, но при этом представленность СОНКО ниже среднего по региону значения. В этой группе 9 муниципальных образований: 5 городских округов и 4 муниципальных района. При этом по представленности в муниципалитетах ТОС лидерами группы являются Янтарный и Мамоново (по 2 действующих ТОС).

Третья группа — муниципалитеты с низким параметром представленности ТОС (в том числе в двух из них нет ни одного действующего ТОС), но с уровнем представленности СОНКО выше среднеобластного. В этой группе оказалось 4 муниципалитета, в том числе Городской округ «Город Калининград». В абсолютных значениях Калининград имеет высокую представленность и ТОС (9 организаций), и СОНКО. В Калининграде действуют 359 социально ориентированных некоммерческих организаций, что составляет более половины от всех действующих в регионе СОНКО (618), но в перерасчете на численность населения областной центр уступает по этому параметру сразу нескольким «сельским» муниципалитетам региона.

В четвертую группу, в которой оба показателя выше среднеобластного уровня, входят 5 муниципальных образований региона. При этом группа преимущественно состоит из «сельских» периферийных районов области (Неманский, Краснознаменский, Славский и Полесский муниципальные районы) с примкнувшим к ним Ладушкинским городским округом. В этом городском округе зарегистрированы 1 ТОС и 4 СОНКО, но за счет невысокой численности населения по нормированным показателям муниципалитет оказался в числе лидеров. Лидерство 4 периферийных муниципальных образований, в которых выявлена высокая представленность как ТОС, так и СОНКО, неожиданно и отражает, по мнению авторов статьи, стремление местного населения к локальной территориальной (если говорить о ТОС) или функциональной (если говорить о СОНКО) самоорганизации. Примечательно, что еще два периферийных муниципалитета (Нестеровский и Озерский муниципальные районы) имеют высокую представленность СОНКО и, если бы имели по 2–3 действующих ТОС на своей территории, также оказались бы в лидирующей группе.

Некоторые структуры территориального общественного самоуправления в Калининградской области уже показывают высокую активность и результативность. Так, в Полесском муниципальном округе ТОС «Чистый берег» и ТОС «Хуторок» являются активными получателями субсидий и грантов от Фонда президентских грантов, Министерства по муниципальному развитию и внутренней политике Калининградской области, Правительства Калининградской области и Администрации муниципального образования «Полесский муниципальный округ». С точки зрения результативности их деятельности можно отметить, например, проект «ТОС объединяет спорт», подготовленный ТОС «Чистый берег» и получивший поддержку Министерства по муниципальному развитию и внутренней политике Калининградской области. Проект был реализован в 2022 г., в его рамках в двух поселках района



(Нахимово и Ивановка) были открыты волейбольные площадки. Дальнейшие планы ТОС в этом направлении связаны с обустройством помещения для настольного тенниса в пос. Залесье (совместно с ТОС «Семейный клуб «Ромашка») и футбольной площадки в пос. Заливино [17]. Деятельность ТОС «Чистый берег» также показывает, что ТОС должны быть ориентированы на взаимодействие с другими общественными организациями, в том числе в межмуниципальном или межрегиональном форматах. Например, 21 декабря 2024 г. состоялось открытие новогодней ярмарки на территории исторической пивоварни «Бланкенштайн». В организации мероприятия участвовали как местные инициативные жители, так и местные организации, например пивоварня «Бланкенштайн» организовала бесплатную экскурсию, муниципальное бюджетное учреждение «Полесский культурно-досуговый центр» — выступление коллектива «Созвучие». С помощью выделенных субсидий возле пивоварни местными жителями ранее было создано арт-пространство, проект был завершен 1 ноября 2024 г. [16].

Социально ориентированная некоммерческая организация и территориальное общественное самоуправление выступают распространенными формами локальной самоорганизации населения. При этом первые объединяют людей общей целью (благотворительность, религиозная деятельность, экология, история, молодежная политика и пр.) а вторые — общей территорией. Оба эти формата при регистрации в качестве юридических лиц позволяют не только выстраивать отношения с органами власти на местах (например, многие СОНКО региона являются получателями государственной и муниципальной финансовой и имущественной поддержки), но и претендовать на грантовую поддержку федеральных или негосударственных программ и проектов, что позволяет привлекать средства на решение социально-экономических проблем на локальном уровне. Нередко данные средства тратятся на повышение качества жизни местного населения через развитие разнообразных объектов инфраструктуры и человеческого капитала. Этим объясняется высокий уровень присутствия СОНКО и ТОС в периферийных муниципалитетах, где население, а чаще всего социальные инноваторы в условиях дефицита местных бюджетных средств на развитие стараются использовать все возможные способы локальной самоорганизации населения для решения общих проблем, в том числе с возможностью привлечения для этих целей дополнительных источников финансирования [7; 18].

Заключение

С 2017 г. в Калининградской области, как и в России в целом, наблюдается новая волна интереса к ТОС, что связано в упрощением процедуры создания таких сообществ (например, с отказом от обязательной регистраций ТОС в качестве юридического лица) и расширением возможности получения финансирования их деятельности, в том числе за счет привлечения денежных средств на грантовой основе. Если



в 2020 г. в регионе было зарегистрировано 3 действующих ТОС (все в качестве юридических лиц), то уже к середине 2024 г. насчитывалось 56 действующих ТОС, из которых 10 получили статус юридических лиц (позволяющий претендовать на финансовую поддержку через федеральные и неправительственные конкурсы и грантовые программы). При этом активно создаются ТОС не только в административном центре — Калининграде, но и в периферийных сельских муниципалитетах региона. Так, лидером по числу ТОС среди всех муниципальных образований региона является Полесский муниципальный район, в котором функционируют 10 ТОС, из них 3 имеют статус юридического лица.

Для большинства периферийных муниципальных образований Калининградской области высокий уровень представленности ТОС (их число в расчете на 10 000 чел. населения) напрямую коррелирует с высоким уровнем представленности и социально ориентированных некоммерческих организаций (число СОНКО на 10 000 чел. населения). Авторы статьи, принимая высокую схожесть ТОС и СОНКО как форм локальной самоорганизации населения, принципиальную разницу между этими формами видят в том, что ТОС объединяют людей по территориальному признаку (что делает эти объекты весьма притягательными для последующих экономико-географических исследований), а СОНКО — общей идеей, задачей или проблемой и не имеет четкой территориальной привязки (СОНКО может вести свою деятельность не по месту юридической регистрации или оказывать влияние на более обширные территории).

Подводя итог, констатируем, что уровень развития гражданского общества любого региона России можно оценивать через уровень развития в нем разнообразных форм общественной самоорганизации, при этом оценка вовлеченности населения в решение локальных территориальных проблем целесообразна через определение наличия в регионе территориальных общественных самоуправлений.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-27-00085 «Роль социально-культурных центров сельской местности в территориальном преобразовании и повышении качества жизни населения» (<https://rscf.ru/project/24-27-00085/>).

Список литературы

1. Безвиконная Е. В. Территориальное общественное самоуправление как условие реализации самоорганизационного потенциала местного самоуправления // Государственная власть и местное самоуправление. 2011. № 1. С. 17 — 20. EDN: NEEKIZ.
2. Быкова А. Г., Гузий А. Е. К вопросу о взаимодействии органов местного самоуправления и органов территориального общественного самоуправления // Муниципальная служба: правовые вопросы. 2015. № 2. С. 12 — 15. EDN: TTIGZR.
3. Волошенко М. Н. Территориальное общественное самоуправление как один из аспектов социально-политической организации гражданского общества в Российской Федерации // Вопросы политологии. 2012. № 1 (5). С. 70 — 77. EDN: PCYTWR.



4. Гребенникова А.А. Организация территориального общественного самоуправления : учебное пособие. М., 2018. doi: 10.12737/textbook_59b62bdc5e397.73304023. EDN: ZSCGGH.

5. Дербенева В.В., Захарчук Е.А., Пасынков А.Ф. Развитие инициативного бюджетирования в регионах РФ (на примере Свердловской области) // Финансовый журнал. 2020. Т. 12, №3. С. 60–75. doi: 10.31107/2075-1990-2020-3-60-75.

6. Жестянников С.Г. Общественное участие как инструмент развития территории (из опыта Вологодского муниципального района Вологодской области) // Проблемы развития территории. 2021. Т. 25, №1. С. 52–67. doi: 10.15838/ptd.2021.1.111.3.

7. Калининградское село в начале XXI века: производство, расселение, социальные инновации : монография / под ред. Г.М. Федорова. Калининград, 2022. EDN: XZXPWR.

8. Малышкина Д.А. Вопросы информированности населения о деятельности ТОС в решении вопросов благоустройства городской среды // Урбанистика. 2023. №1. С. 41–46. doi: 10.7256/2310-8673.2023.1.39184. EDN: KBYVMВ.

9. Материалы к семинару «Вопросы создания территориальных общественных самоуправлений, их деятельности и реализации ими собственных инициатив по вопросам местного значения». URL: https://kuibyshev.nso.ru/sites/kuibyshev.nso.ru/wodby_files/files/page_2276/metodicheskie_rekomendacii_po_sozdaniyu_tos_ih_deyatelnosti_i_realizacii_sobstvennyh_iniciativ_po_voprosam_mestnogo_znacheniya.pdf (дата обращения: 24.01.2025).

10. Медведева Н.В., Фролова Е.В., Рогач О.В. Взаимодействие и перспективы партнерства территориального общественного самоуправления с местной властью // Социологические исследования. 2021. №10. С. 72–82. doi: 10.31857/S013216250015275-5. EDN: NHSLVN.

11. Мерсиянова И.В. Территориальное общественное самоуправление как форма общественного участия // Вопросы государственного и муниципального управления. 2010. №3. С. 149–168. EDN: MUKSO.

12. Мерсиянова И.В., Корнеева И.Е. «Городское молчание» в Москве: предпосылки и вовлеченность населения в практики гражданского общества // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2015. №6 (130). С. 48–66. doi: 10.14515/monitoring.2015.6.04. EDN: VVTPBH.

13. Методические рекомендации по формированию единого подхода системы общественного самоуправления. URL: <https://adm.gov86.org/files/2023/informacia/metodicheskie-rekomendatsii.pdf> (дата обращения: 24.01.2025).

14. Немцева Ю.С. Опыт развития и поддержки территориального общественного самоуправления в субъектах Российской Федерации // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Экономика. Социология. Менеджмент. 2019. Т. 9, №2 (31). С. 241–248. EDN: GSKCSO.

15. Никитина А.А. Формы непосредственного участия населения в осуществлении местного самоуправления в Ростовской области: правовое регулирование и практика // Государственное управление. Электронный вестник. 2021. №88. С. 119–133. doi: 10.24412/2070-1381-2021-88-119-133. EDN: IHMMAI.

16. Музей старой немецкой школы Вальдвинкель. URL: https://vk.com/museumwaldwinkel?w=wall-170127825_9554 (дата обращения: 12.02.2025).

17. ТОС «Чистый берег». URL: https://vk.com/wall-198755663_292 (дата обращения: 12.02.2025)

18. Повышение ценности сельской местности в России: опыт и пути внедрения социальных инноваций в Калининградской области : монография / под ред. Г.М. Федорова. Калининград, 2023. URL: <https://publish.kantiana.ru/catalog/non-periodical/monografii/978-5-9971-0807-6/>. EDN: BVFGCQ.



19. Развитие движения ТОС на современном этапе. О практике взаимодействия органов местного самоуправления и территориального общественного самоуправления в субъектах Российской Федерации. URL: <https://tos29.ru/upload/medialibrary/79d/ek05szf6vfm8b6lczzn6k30vxxfho15r.pdf> (дата обращения: 22.02.2025).

20. Реестр социально ориентированных некоммерческих организаций Калининградской области. Некоммерческие организации Калининградской области. URL: <https://nko.gov39.ru/for-sonko/contacts-sonko/> (дата обращения: 18.01.2025).

21. Реестр территориальных общественных самоуправлений Калининградской области (по состоянию на 20.09.2024). Некоммерческие организации Калининградской области. URL: <https://nko.gov39.ru/for-tos/tos/> (дата обращения: 18.01.2025).

22. Стрельников А.О. Правовое регулирование деятельности территориального общественного самоуправления // Актуальные проблемы российского права. 2017. №4 (77). С. 41–48. doi: 10.17803/1994-1471.2017.77.4.041-048. EDN: YSRIAR.

23. ТОС: от законодательных основ к практике реализации / ИУРП РАНХиГС. М., 2021.

24. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации: федер. закон от 06.10.2003 №131-ФЗ (ред. от 08.08.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/ (дата обращения: 14.01.2025).

25. Фонд президентских грантов. URL: <https://xn--80afcdbalict6afooklqi5o.xn--p1ai/public/home/about> (дата обращения: 22.02.2025).

26. Хамитова Д.И. Проблемы правового регулирования деятельности территориального общественного самоуправления // Конституционное и муниципальное право. 2013. №6. С. 72–73. EDN: QCWWCP.

27. Чекавинский А.Н., Ворошилов Н.В. Территориальное общественное самоуправление как институт развития на муниципальном уровне // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2015. №6 (42). С. 153–168. doi: 10.15838/esc/2015.6.42.9. EDN: V EHWEB.

28. Что такое ТОС и зачем он нам нужен? // Новости 66. URL: <https://66.ru/news/society/266451> (дата обращения: 24.01.2025).

29. Шкуркина Е.В., Лаврентьева И.П. Развитие территориального общественного самоуправления: проблемы и перспективы поддержки со стороны органов власти // Стратегия устойчивого развития регионов России. 2014. №19. С. 147–151. EDN: RWGNKB.

30. Щепачёв В.А. Проблемы правового регулирования территориального общественного самоуправления // Государственная власть и местное самоуправление. 2018. №6. С. 26–31. doi: 10.18572/1813-1247-2018-6-26-31. EDN: USTZFA.

31. Этапы развития территориального общественного самоуправления в Калининградской области. Ретроспектива и рекомендации. Панельная сессия «Территориальное общественное самоуправление в Калининградской области — год 2024» // Официальный телеграмм-канал территориального общественного самоуправления в Калининградской области. URL: <https://web.telegram.org/a/#-1002073535009> (дата обращения: 18.01.2025).

32. Shepard B. Community Projects as Social Activism: From Direct Action to Direct Services. L., 2015.

33. Stephenson M., Zanutti L. Peacebuilding through Communitybased NGOs: Paradoxes and Possibilities. Sterling, VA, 2012.



Об авторах

Иван Сергеевич Гуменюк — кандидат географических наук, директор Центра геополитических исследований Балтийского региона, Институт геополитических и региональных исследований, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: IGumeniuk@kantiana.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8477-5342>

SPIN-код: 3061-5130

Вероника Юрьевна Кудрявцева — магистрант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: kveronika.2000@mail.ru

I. S. Gumenyuk, V. Y. Kudryavtseva

TERRITORIAL PUBLIC SELF-GOVERNMENT (TPGS) AS A FORM OF LOCAL SELF-ORGANIZATION OF THE POPULATION

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Received 26 February 2025

Accepted 30 March 2025

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-2

To cite this article: Gumenyuk I. S., Kudryavtseva V. Y., 2025, Territorial Public Self-government (TPGS) as a form of local self-organization of the population, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №1. P. 18—36. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-2.

Currently, significant attention is being devoted at various levels of government to the development of civil society, with support directed toward projects initiated by non-profit organizations (NPOs), local communities, and territorial public self-government bodies (TPSGs). A key requirement for these projects is the direct involvement of citizens in the processes of discussion, decision-making, and project implementation. This article analyzes the historical development of TPSGs in Russia, noting a renewed interest in this form of organization following 2015, reflected particularly in the active emergence of new TPSGs. The study compares TPSGs as a form of local self-organization with other formats, including NPOs. The authors conclude that, while there are several differences between TPSGs and NPOs, the primary distinction lies in their foundational principles: NPOs are formed around a common goal (tasks or problems to be addressed), whereas TPSGs are based on territorial affiliation. Empirical findings indicate that in the Kaliningrad region, a modern wave of TPSG formation began in 2017, with the number of TPSGs increasing from 3 to 56 between 2020 and 2024. At present, there is a high density of TPSGs (number per 10,000 inhabitants) in rural and peripheral municipalities. Furthermore, for most peripheral municipalities in the Kaliningrad region, a high level of TPSG presence correlates strongly with a significant number of socially oriented non-profit organizations (SONPOs).

Keywords: territorial public self-government (TPGS), Kaliningrad region, non-profit organization (NPO), socially oriented non-profit organization (SONPO)



The authors

Dr Ivan S. Gumenyuk, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: IGumeniuk@kantiana.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8477-5342>

SPIN-код: 3061-5130

Veronica Y. Kudryavtseva, Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: kveronika.2000@mail.ru

А. Г. Аникович

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА
МИГРАЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИИ
НА ЛОКАЛЬНОМ УРОВНЕ**

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

Поступила в редакцию 22.01.2025 г.

Принята к публикации 02.03.2025 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-3

37

Для цитирования: Аникович А.Г. Пространственная структура миграционной привлекательности регионов России на локальном уровне // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2025. № 2. С. 37 — 67. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-3.

Миграционные потоки неоднородны на территории России: в разных частях страны можно найти как отталкивающие депрессивные районы, так и «центры миграции», в которые стекается большое количество населения. Миграционную привлекательность таких «центров» зачастую обуславливают определенные факторы экономико-географического положения, среди которых прежде всего тяготение к крупной агломерации и приморское положение, наличие крупных промышленных и производственных центров и разветвленная транспортная сеть, приграничное положение. Их сочетание в разных частях региона усиливает его миграционную привлекательность, определяет ее устойчивость. Целью данной работы является изучение пространственной структуры миграционной привлекательности трех регионов России с устойчивым миграционным приростом — Калининградской и Ленинградской областей, Краснодарского края — через анализ влияния факторов экономико-географического положения на миграционную обстановку в них с использованием полимасштабного подхода. Информационную базу исследования составили данные Росстата за период 2011–2023 гг. Определено, что самой высокой привлекательностью обладают столичные агломерации региона и приморские муниципалитеты. Также большое влияние на миграционную привлекательность оказывают промышленные и производственные центры (что особенно заметно вдали от столичных агломераций региона), а также кластеры курортно-санаторной индустрии и крупные транспортные узлы. Мореориентированная промышленность сглаживает негативные тенденции миграционных процессов, а приграничное положение и транспортная сеть автомобильных и железных дорог не оказывают серьезного воздействия на привлекательность муниципалитетов.

Ключевые слова: миграция, сальдо миграции, привлекательность, экономико-географическое положение, муниципалитет, пространственная структура

Введение

Миграция — важнейший фактор экономического и социального развития России. В России, как и во многих развитых странах, миграционный прирост компенсирует естественную убыль населения и определяет рост численности населения страны.



Миграционная ситуация в регионах России имеет свои особенности. Дальний Восток и Сибирь формируют зоны оттока населения, в то время как зонами миграционного прироста являются Центральный, Северо-Западный и Южный федеральные округа [1]. Это обусловлено соотношением притягивающих и выталкивающих мигрантов факторов. Среди факторов, повышающих привлекательность региона, могут быть экономические (более высокие зарплаты, пониженная стоимость жилья, продовольствия, благоприятная специализация экономики региона), социальные (более высокий уровень жизни, повышенная обеспеченность врачами, учителями, пониженный уровень преступности, более высокое качество образования, разнообразие культурной жизни), историко-культурные (этнический состав населения, архитектура, культурные особенности региона), экологические (невысокая загрязненность атмосферы, почв, водных источников), географические (благоприятные природно-климатические условия, наличие морей / рек / озер, гор, лесных массивов, близость к центрам развития или более развитым регионам). Многие из этих факторов выступают следствием сочетания особенностей экономико-географического положения (ЭГП) региона.

Подобно тому как миграционная обстановка разнится в разных частях страны в рамках одного федерального округа (например, в Уральском федеральном округе в 2023 г. миграционный рост наблюдался в Свердловской, Челябинской и Тюменской областях, а миграционная убыль населения — в Курганской области и Ямало-Ненецком АО), миграционная обстановка также неоднородна и на локальном уровне в пределах одного региона.

Лишь немногие регионы России характеризуются устойчивым миграционным приростом в течение продолжительного периода времени. Среди них Ленинградская и Калининградская области, Краснодарский край. Регионы перед другими субъектами РФ обладают рядом преимуществ, которые обусловлены особенностями их ЭГП. Это приморские регионы, расположенные в благоприятных природно-климатических условиях, в относительно малой удаленности от экономических центров развития, с хорошей транспортной связанностью, включающей наземный, водный и воздушный транспорт, и граничащие с иностранными государствами.

Вопрос того, как пространственное сочетание подобных факторов на локальном уровне влияет на миграционную привлекательность регионов, определил цель настоящей статьи. Под пространственной структурой миграционной привлекательности региона мы понимаем территориальное соотношение благоприятных факторов ЭГП, которые оказывают решающее влияние на расселение мигрантов в регионе вселения. Пространственная структура миграционной привлекательности региона отображает географическую неоднородность его территории с точки зрения притяжения мигрантов. Изучение пространственной структуры миграционной привлекательности ведется на недостаточно глубоком уровне, и хотя в настоящее время стремительно ведутся исследования влияния конкретных особенностей ЭГП на миграционную



обстановку (на территориях, выделяющихся конкретно одним фактором ЭГП), более сложные с точки зрения особенностей структуры ЭГП районы и муниципалитеты остаются без должного внимания. Гипотеза исследования состоит в том, что устойчивость миграционной привлекательности регионов зависит от ее пространственной структуры, и чем эта структура сложнее и разнообразнее, тем она устойчивее.

Исследованность проблемы

Многие ученые рассматривали влияние различных факторов ЭГП на миграцию населения. Например, Н. В. Мрктчян посвятил несколько работ изучению крупных городских агломераций в России, уровню их влияния на переток населения по территории страны. Он отмечает, что на территории всей страны наиболее распространенным видом миграции населения является внутрирегиональная миграция с периферийных территорий в сторону крупных городов (в основном столиц регионов) [2], за счет этого происходит рост не только этих городов, но и их пригородов. В динамике же межрегиональной миграции населения наблюдается иерархичность — из крупных городов, куда переселяются люди с периферийных территорий, происходит отток в еще более крупные города (и пригороды) других регионов страны [3]. При этом пригороды крупных городов являются более быстроразвивающимися и растущими за счет миграции территориями, чем сами города, вокруг которых они находятся [4], вследствие чего можно сделать вывод, что миграция ведет к концентрации населения в пределах не только ядра агломерации, но и агломерационной зоны [5].

А. В. Лялина в работах, посвященных изучению приморских регионов России, отметила, что с начала 2000-х гг. приморская зона стала демонстрировать более явную миграционную привлекательность в сравнении с континентальной [6], хотя, например, приморская зона Северо-Запада России показывала неоднородную миграционную привлекательность на Балтийском, Баренцевом и Белом морях. Высокая миграционная привлекательность наблюдается в тех приморских районах, в которых приморское положение (а также поддержка на федеральном уровне) привело к появлению совокупности социально значимых факторов притяжения населения (наличие работы, высокий спрос на рабочих, более высокая оплата труда, развитая сеть морской промышленности и / или морского / прибрежного туризма) [7].

При оценке миграции в приграничных регионах России Е. А. Михель и О. С. Крутова заметили, что ведется достаточно подробный учет количества приезжающих мигрантов из других стран (на чем делается акцент общественности), однако сила оттока трудовых мигрантов за пределы РФ изучена крайне мало [8]. В. А. Колосов обнаружил, что в некоторых российских приграничных регионах возникли особые формы регулярных «фронтальерских» миграций. Однако он также отметил, что из-за ужесточения условий пересечений границ и ухудшения политических взаимоотношений между Россией и странами ЕС развитие многих пограничных регионов за счет международного сотрудни-



чества находится на достаточно низком уровне (в сравнении, например, с опытом фронтальерских миграций в странах ЕС) [9]. Миграция между приграничными регионами и соседними странами достаточно слабая и значительно уступает межрегиональной миграции. Например, миграционные процессы в приграничных регионах Северо-Запада России (Ленинградская, Калининградская, Псковская области, Республика Карелия) показали, что международная миграция в 2010-х гг. в них составляла в среднем всего лишь 6–10 % от общего миграционного потока, да и связана была прежде всего с притоком в РФ граждан из государств СНГ, а не из соседних европейских стран [10].

Данное исследование направлено на изучение пространственной структуры миграционной привлекательности трех регионов России – Ленинградской, Калининградской областей и Краснодарского края, а также на обоснование их привлекательности особенностями ЭГП. В отличие от предшествующих исследований, посвященных какому-то конкретному фактору ЭГП, перед нами стоит цель установить влияние совокупности нескольких факторов благоприятного ЭГП, причем впервые анализ проведен на локальном уровне путем сравнения всех муниципалитетов нескольких регионов друг с другом. Среди задач, решаемых в исследовании, основными являются: 1) типологизация муниципалитетов рассматриваемых областей по показателям миграции и динамике изменений этих показателей («центр притяжения мигрантов», «муниципалитеты с околонулевым сальдо миграции» и «ареал оттока мигрантов»); 2) определение особенностей ЭГП каждого из рассматриваемых муниципалитетов Ленинградской и Калининградской областей и Краснодарского края; 3) выявление закономерности расселения мигрантов исходя из особенностей ЭГП самых привлекательных муниципалитетов; 4) определение наиболее значимых факторов ЭГП, повышающих привлекательность территории для мигрантов на локальном уровне.

В рамках работы было проведено исследование 85 муниципалитетов в 3 регионах России: 18 в Ленинградской области, 20 в Калининградской области и 45 в Краснодарском крае.

Методика исследования

Исследование построено с использованием полимасштабного географического подхода, который позволяет изучить предмет исследования на разных масштабных уровнях территориального деления: регионах (субъектах РФ) и муниципалитетах. Полимасштабный подход – новый метод, с помощью которого можно объяснить свойства объектов их положением, пространственными отношениями к другим того же и иного масштаба, а также выявить «стыковые» структуры, выходящие за границы микро-, мезо- или макроуровней [11]. Такой подход позволяет рассмотреть миграционную привлекательность более крупной территориальной единицы (региона) с точки зрения ее пространственной структуры.



В качестве методов исследования выбраны общие научные (сравнение, обобщение и другие), статистические, а также географические методы исследования (группировка).

Оценка муниципалитетов Ленинградской, Калининградской областей и Краснодарского края с точки зрения формирования компонентами ЭПП факторов привлекательности территории для мигрантов была проведена согласно методике Я.Г. Машбица, дополненной Т.И. Герасименко [12] и С.П. Земцовым [13] (табл. 1).

Таблица 1

**Критерии группировки муниципалитетов
Калининградской, Ленинградской областей и Краснодарского края
в зависимости от особенностей ЭПП**

41

Компоненты ЭПП	Показатель
Транспортно-логистическое положение	Сеть наземного транспорта: наличие трасс международного и федерального значения; крупные железные дороги (не учитывались). Воздушный транспорт: наличие международных аэропортов. Сеть водного транспорта: наличие речных (не учитывалось) и морских портов
Промышленно-географическое, инновационно-географическое положение	Наличие на территории муниципалитета крупных промышленных и производственных центров / кластеров. Соседство с муниципалитетами с крупными промышленными и производственными центрами / кластерами (не учитывалось)
Агро-географическое положение	Не учитывалось
Ресурсно-географическое положение	Приморское положение. Наличие полезных ископаемых на территории муниципалитета (не учитывалось)
Рыночно-географическое, финансово-географическое положение	Расстояние от столицы региона (до 50 км, 50–100 км, более 100 км). Расстояние до крупных городов соседних регионов. Приграничное положение муниципалитета: 1) есть пропускной пункт; 2) отсутствие пропускных пунктов
Геодемографическое положение	Расположение муниципалитета относительно городов с крупной концентрацией населения
Рекреационно-географическое положение	Наличие пространственных кластеров санаторно-курортной и туристической индустрии на территории муниципалитета
Агломерационно-географическое положение	Вхождение в состав крупной агломерации

Составлено на основе работ Т.И. Герасименко [12] и С.П. Земцова [13].



В типологии муниципалитетов рассматриваемых регионов были исключены следующие факторы ЭГП. Не учитывалось наличие портов речного транспорта из-за относительно слабой развитости речного транспорта в рассматриваемых регионах. Наличие железной дороги также не рассматривалось, потому что современная система железных дорог в России полностью дублируется системой автомобильных дорог. Исключен анализ наличия полезных ископаемых в связи с тем, что объемы добываемых ископаемых в рассматриваемых регионах заметно уступают регионам — лидерам по добыче (например, в пределах Уральского федерального округа). При оценке рыночно-географического положения по методу Н. В. Мкртчяна [2; 4] муниципалитеты были разделены на 3 группы в зависимости от расстояния от столиц регионов: 1) пригороды (до 50 км); 2) входящие в агломерацию (50–100 км); 3) периферия (более 100 км).

В ходе работы для оценивания миграционной привлекательности применялись относительные показатели миграции (среднегодовое сальдо миграции, динамика изменения показателей миграции) на территории муниципалитетов исследуемых регионов в период с 2011 по 2023 г.

Информационной базой для исследования послужили официальные данные Росстата и его территориальных органов в регионах РФ, содержащиеся в Базе данных показателей муниципальных образований. Данные о пунктах пропуска взяты из карты Министерства транспорта РФ. Для изучения сетей автомобильных дорог федерального значения и муниципалитетов, через которые такие дороги проходят, использовалась карта России от Росавтодора. Для расчета удаленности муниципалитетов от центра агломерации использовались значения Google-карт по автомобильным дорогам. Оценивалось расстояние от ядра агломерации до центра муниципалитета. Выявление специфики морехозяйственной активности на локальном уровне проводилось на основании документов о стратегическом планировании, доступных на официальных сайтах муниципальных образований (МО).

Результаты и их обсуждение

В ходе исследования в зависимости от значений среднегодового сальдо миграции в этот период, а также от динамики миграционного прироста и убыли населения в муниципалитетах рассматриваемые муниципалитеты могут быть разделены на 3 группы (табл. 2): «центр притяжения мигрантов», «муниципалитеты с околонулевым сальдо миграции» и «ареал оттока мигрантов».

При анализе муниципалитетов Калининградской, Ленинградской областей и Краснодарского края было установлено, что в каждом из этих регионов есть муниципалитеты из описываемых групп. Исключение составляет подгруппа «с наиболее выраженным оттоком» — муниципалитеты с максимальной миграционной убылью встречаются только в Калининградской области. И в Калининградской, и в Ленинградской области, и в Краснодарском крае есть очень привлекательные (в среднем — 19,8 % от общего числа муниципалитетов) и очень непривлекательные муниципалитеты (в среднем — 13,2 % от общего числа муниципалитетов).

Таблица 2

Группировка муниципалитетов Калининградской, Ленинградской областей и Краснодарского края в зависимости от значения среднегодового saldo миграции в 2011 – 2023 гг.

Группа муниципалитетов (в скобках даны значения коэффициента saldo миграции)		Калининградская область	Ленинградская область	Краснодарский край
Группа А. Центр притяжения мигрантов	Подгруппа А1. С наиболее высоким миграционным приростом (> 8,6 %)	Светлогорский ГО, Гурьевский МО, Зеленоградский МО, Пионерский ГО, ГО «Г. Калининград»	Всеволжский, Ломоносовский, Волосовский МР	Г.-курорт Анапа, пгт Сириус, г. Горячий Ключ, г.-курорт Геленджик, г. Краснодар, Северский, Темрюкский, Динской МР, г. Новороссийск
	Подгруппа А2. С выраженным миграционным приростом (3,1 – 8,5 %)	Янтарный, Светловский, Балтийский ГО	Кировский, Сланцевский МР, Гагчинский МО	Г.-курорт Сочи, Абинский, Крымский, Красноармейский, Ленинградский, Тимашевский, Славянский, Староминский, Кореновский МР
	Подгруппа Б1. С незначительным приростом населения (1,1 – 3,0 %)	Мамоновский, Ладушкинский ГО	Приозерский, Тихвинский, Тосненский МР	Ейский, Калининский, Приморско-Ахтарский, Туапсинский, Каневской, Апшеронский, Тбилисский, Мостовский, Гулькевичский МР
Группа В. Муниципалитеты с околонулевым saldo миграции	Подгруппа Б2. С неустойчивым знаком saldo миграции (-0,5 – 1,0 %)	Багратионовский МО, Гусевский, Советский ГО	Сосновоборский ГО, Выборгский МР, Бокситогорский, Кингисеппский, Киришский, Лодейнопольский, Волховский МР	Белоглинский, Отрадный, Новоокровский, Курганинский, Кушевский, Белореченский, Крыловский, Новокубанский МР
	Подгруппа Б3. С незначительной миграционной убылью (-3,0 – -0,6 %)	Правдинский, Гвардейский, Полесский МО	Лужский МР	Г. Армавир, Кавказский, Щербиновский, Брюховецкий, Павловский, Выселковский, Тихорецкий МР
Группа В. Ареал оттока мигрантов	Подгруппа В1. С выраженным оттоком (-8,5 – -3,1 %)	Неманский, Черняховский, Нестеровский МО	Подпорожский МР	Усть-Лабинский, Успенский, Лабинский МР
	Подгруппа В2. С наиболее выраженным оттоком (< -8,6 %)	Краснознаменский, Славский, Озёрский МО		

Составлено на основе данных Росстата.



При анализе самых привлекательных муниципалитетов регионов можно выявить закономерность: в Калининградской области самые привлекательные районы либо расположены на побережье Балтийского моря (Светлогорский, Пионерский ГО), либо являются пригородами Калининграда (Гурьевский МО), либо и то, и другое сразу (Зеленоградский МО); в Ленинградской области это пригороды Санкт-Петербурга (Всеволожский и Ломоносовский МР), часть из них также расположена на берегу Балтийского моря (Ломоносовский МР); в Краснодарском крае самые привлекательные муниципалитеты либо входят в Краснодарскую агломерацию (г. Краснодар и Горячий Ключ, Динской и Северский МР), либо расположены на берегу Чёрного моря (г. Анапа, Геленджик, Новороссийск, пгт Сириус, Темрюкский МР).

По результатам осуществленной группировки определено, что среди факторов ЭГП наиболее значимыми являются а) приморское положение, обуславливающее возможности как морехозяйственной, так и рекреационно-курортной, туристической деятельности; б) близость к столице региона как к центру концентрации различных потоков (торговых, научных, и др.), центру концентрации населения. Рассмотрим, какова миграционная обстановка в муниципалитетах, подверженных влиянию факторов, связанных с особенностями ЭГП.

Приморское положение

Приморскими, согласно А.Г. Дружинину и А.В. Ляпиной [14], считаются 13 муниципалитетов Калининградской области из 22, Ленинградской области — 8 из 18, включая четыре собственно приморских, Краснодарского края — 12 собственно приморских (включая пгт Сириус, образованный в 2020 г.) и 2 тяготеющих к приморской городской агломерации из 45 (табл. 3).

Таблица 3

Миграция и морехозяйственная специализация приморских муниципалитетов Калининградской, Ленинградской областей и Краснодарского края

Муниципалитет	Коэффициент сальдо миграции, ‰					Компонент МА			
	2011	2014	2017	2020	2023	1	2	3	4
Ленинградская область	14,9	12,0	6,8	16,8	11,4				
Ломоносовский МР	2,4	-2,0	10,4	29,1	63,8				
Сосновоборский ГО	20,5	5,4	2,3	-4,8	-5,2		+		
Кингисеппский МР	17,3	4,3	-1,3	-6,9	2,7	+	+	+	
Выборгский МР	7,2	1,9	-0,9	-4,6	2,6	+	+	+	
Всеволожский МР	24,2	40,1	39,1	78,7	32,6				
Кировский МР	18,7	13,9	-1,2	8,8	5,0		+		
Тосненский МР	29,8	13,4	-9,3	-17,2	-12,4		+		
Гатчинский МР	22,5	13,1	3,8	-12,9	3,9		+	+	



Окончание табл. 3

Муниципалитет	Коэффициент сальдо миграции, ‰					Компонент МА			
	2011	2014	2017	2020	2023	1	2	3	4
Калининградская область	6,8	6,7	8,2	10,1	6,0				
ГО «Город Калининград»	6,7	11,9	13,5	12,4	3,9	+	+		
Пионерский ГО	33,3	-7,1	-1,9	38,4	12,5	+	+	+	
Зеленоградский МО	5,9	28,5	17,0	37,9	13,1		+	+	
Светлогорский ГО	14,5	30,8	28,0	56,1	23,8			+	
Гурьевский МО	15,0	33,9	44,7	14,0	27,3		+		
Балтийский ГО	3,3	5,6	2,4	11,0	11,1	+	+	+	+
Янтарный ГО	13,2	8,5	0,6	17,0	1,4			+	
Мамоновский ГО	28,5	-4,7	-0,6	12,9	3,1				
Багратионовский МО	29,0	-32,7	-2,3	-0,1	5,3		+		
Ладушкинский ГО	17,6	30,6	-13,6	-11,9	11,3		+		
Светловский ГО	15,1	8,3	6,3	1,1	2,9	+	+		
Полесский МО	3,7	-13,1	-11,3	2,5	-1,7		+		
Славский МО	-2,2	-11,4	-15,5	-4,5	-5,1				
Краснодарский край	14,1	10,8	12,8	7,6	5,6				
ГО «Г.-курорт Сочи»	-0,6	-16,6	22,0	3,0	-4,1	+	+	+	
ГО «П. Сириус»					39,3	+		+	
ГО «Г. Новороссийск»	0,6	17,4	17,5	7,5	8,8	+	+	+	+
ГО «Г.-курорт Геленджик»	42,9	43,0	25,2	-12,6	5,9	+	+	+	
ГО «Г.-курорт Анапа»	39,6	44,6	36,3	37,3	25,0	+	+	+	
Ейский МР	-3,0	2,1	-1,4	11,3	5,9	+	+	+	
Каневской МР	1,2	4,0	6,1	-0,8	5,1				
Приморско-Ахтарский МР	1,9	8,4	6,3	0,4	2,8	+	+	+	
Славянский МР	5,7	5,6	4,1	1,0	-0,1				
Темрюкский МР	12,8	10,2	11,5	5,9	15,6	+	+	+	
Туапсинский МР	7,6	7,8	0,7	4,7	1,7	+	+	+	
Шербиновский МР	0,5	-0,9	3,9	-0,5	1,0			+	
ГО «Г. Краснодар»	-0,4	22,7	22,3	14,2	13,0		+	+	
Динской МР	14,7	19,9	16,7	2,7	0,6				

Примечание: курсивом отмечены муниципалитеты, не имеющие выхода к морю, но отнесенные к приморским по признаку тяготения к приморской агломерации; МА — морехозяйственная активность; 1 — на территории муниципалитета расположены морской порт и логистика; 2 — «приморская» промышленность; 3 — «приморские» рекреация и туризм; 4 — на территории муниципалитета расположен корабельный состав Военно-морского флота РФ.

Фактор моря в рассматриваемых регионах связан прежде всего с их высокой талассоаттрактивностью, то есть благоприятными условиями для проживания в приморской зоне, наличием портовой инфраструктуры и развитием «морских» видов хозяйственной деятельности (рыбохозяйственный комплекс, судостроение, туризм и рекреация и др.).

Талассоаттрактивность трех рассматриваемых регионов различна. Так, Калининградская и Ленинградская области расположены на берегу Балтийского моря, средняя температура верхних слоев воды которо-



го не превышает летом 15–17°C. Краснодарский край омывается водами Черного и Азовского морей со средней температурой летом 23–24°C. Подобные различия характерны и для среднегодовой температуры воздуха в регионах: г. Гатчина — 5,7°C, г. Калининград — 7,9°C, г. Краснодар — 11,9°C.

«Морская» и «мореориентированная» портово-промышленная специализация рассматриваемых регионов следующая [15]: Калининградская область — судостроение, автомобилестроение, пищевая промышленность, портовое хозяйство; Ленинградская область вместе с Санкт-Петербургом — портовое хозяйство, судостроение, автомобилестроение, химия, пищевая промышленность; Краснодарский край — портовое хозяйство, пищевая промышленность. Локализация «мореориентированной» промышленности тяготеет непосредственно к приморской зоне регионов, зачастую входящей в состав крупной агломерации (табл. 3):

— в Калининградской области — это прежде всего областной центр г. Калининград, Светловский и Балтийский ГО;

— в Ленинградской области — главным образом Кингисеппский, Выборгский, Кировский, Тосненский МР, Гатчинский МО;

— в Краснодарском крае — в первую очередь центр морской промышленности на юге России г. Новороссийск, Темрюкский, Туапсинский, Ейский МР, г. Краснодар, г.-курорт Анапа, г.-курорт Геленджик.

Портовая инфраструктура в регионах также развита по-разному. В Калининградской области порты расположены в четырех муниципалитетах — Калининграде, Светлом, Балтийске и Пионерском (первые два — на берегу Калининградского залива). На приморских территориях Ленинградской области морские порты есть в двух муниципалитетах — в Выборгском (в Выборге, Приморске и Высоцке) и Кингисеппском МР. На побережье Азовского моря в Краснодарском крае расположены морские порты в двух муниципалитетах — в Темрюке и Ейске; на побережье Чёрного моря — порты в Новороссийске, Туапсе, Анапе, Геленджике и Сочи. Кроме того, в Темрюкском МР имеются 3 порта на побережье как Чёрного, так и Азовского морей. При этом наиболее крупные портовые мощности по грузообороту расположены в Краснодарском крае — крупнейший порт России Новороссийск, а также в Ленинградской области — второй по грузообороту порт России Усть-Луга. Важно отметить, что, согласно данным Росстата за 2023 г., в Новороссийске транспортировка и хранение обеспечивают 30 % занятости в муниципалитете, а средняя заработная плата на транспорте почти на 35 % превышает среднюю по округу, в Кингисеппском районе, где расположен порт Усть-Луга, на транспорт приходится до 20 % всех занятых в экономике, а уровень оплаты труда на 30 % выше средней по округу. Это может определять факторы притяжения в данные муниципалитеты.

Рекреация и туризм, в том числе приморской специализации, наиболее развиты в Краснодарском крае, однако по темпам развития этой сферы Калининградская область уже выступает очевидным конкурентом. Наиболее крупные санаторно-курортные кластеры расположены



на территории четырех курортов федерального значения Краснодарского края в приморской зоне Черного моря — Сочи и пгт Сириус, Анапа и Геленджик. Кроме них выделяется зона курортов краевого значения в западной части Главного Кавказского хребта — на территории г. Горячий Ключ, Туапсинского и Апшеронского МР, а также на побережье Азовского моря в Ейском МР. В Калининградской области роль центров развития приморского туризма и отдыха выполняют два курортных города федерального значения — Зеленоградск и Светлогорск. В Ленинградской области туристско-рекреационный комплекс развит заметно менее выражено.

Миграционная обстановка в приморских муниципалитетах отличается от внутриконтинентальных более благоприятным характером (табл. 3) — практически повсеместно отмечается миграционный прирост. Наиболее ярко он выражен в пристольном Ломоносовском МР Ленинградской области — более 60 %, пристольном Гурьевском МО, курортно-рекреационных Зеленоградском МО, Светлогорском ГО Калининградской области (более 20 %) и в г. Анапе Краснодарского края (более 20 %).

В портовых муниципалитетах на Азово-Черноморском побережье Краснодарского края (г. Новороссийск, Темрюкский, Туапсинский, Ейский МР), а также на побережье Балтийского моря (г. Калининград, Светловский, Балтийский ГО Калининградской области; Кингисеппский, Выборгский МР Ленинградской области) наличие морского порта способствует предупреждению или снижению оттока населения, благодаря чему в них миграционная обстановка лучше, чем в соседних неприморских муниципалитетах (кроме Кингисеппского МР с около-нулевым оттоком населения). Кроме того, отмечается высокий миграционный прирост в муниципалитетах, на территории которых расположены крупнейшие порты в Азово-Черноморском морском бассейне. Это ГО «Новороссийск» и Темрюкский МР.

Очевидно, что для трех регионов приморский фактор играет свою роль по-разному. В Калининградской области, равно как и в Краснодарском крае, он повышает миграционную привлекательность прежде всего курортных туристско-рекреационных муниципалитетов (в Краснодарском крае — только расположенных на черноморском побережье). Значение имеет и разнообразие: сочетание санаторных предприятий пассивного и активного отдыха в горах Кавказа привлекает людей даже сильнее, чем побережье Чёрного моря, вследствие чего по показателям сальдо миграции Горячий Ключ опережает федеральные курорты Сочи и Геленджик. В то же время отмечается и обратный процесс — из-за переизбытка объектов санаторно-курортной и туристической индустрии на территории региона в таких районах миграционная привлекательность может быть даже ниже, чем в соседних муниципалитетах без курортной специализации (Ейский и Туапсинский районы). Это актуализирует изучение демографической емкости территорий.

В Краснодарском крае значение имеет также и портовая деятельность, в приморской зоне как Чёрного моря, так и Азовского. В Кали-



нинградской области портово-промышленная специализация играет скорее вспомогательную роль, создавая предпосылки для закрепления населения и противодействия оттоку.

В Ленинградской области приморский фактор не оказывает явного существенного влияния на миграционную привлекательность. Так, в наиболее быстро растущем за счет миграции Ломоносовском районе ключевую роль играет близость к Санкт-Петербургу. Это пригородный район, который находится в составе Санкт-Петербургской агломерации и восток которого входит в первый пояс поселения спутников. Ленинградские приморские муниципалитеты проигрывают конкуренцию Северной столице по многим параметрам развития морехозяйственной деятельности и сферы туризма и рекреации. Поэтому морской фактор в большинстве случаев играет исключительно вспомогательную роль, уступая действию агломерационных факторов. Он выполняет компенсаторную функцию, сдерживая отток населения в приморских муниципалитетах, кроме Тосненского МР.

Среди приморских муниципалитетов явно прослеживается зависимость между показателями миграционного прироста и расположением относительно центра близлежащей агломерации.

Тяготение к крупной городской агломерации

Территории рассматриваемых регионов расположены в зоне влияния нескольких крупных городских агломераций: Санкт-Петербургской (7,0 млн чел.) [16], Краснодарской (2,0 млн чел.) [17], Новороссийской (1,0 млн чел.) [17], Калининградской (0,8 млн чел.) [17; 18], Сочинской (0,7 млн чел.) [17] (табл. 4).

Отмечаются следующие закономерности в знаке сальдо миграции в зависимости от расположения относительно агломерации.

Во-первых, для муниципалитетов, входящих в состав агломерации, присущ миграционный прирост, при этом чем ближе к ядру агломерации — тем выше сальдо миграции. В связи с этим самое высокое сальдо миграции отмечается в пригородах Санкт-Петербурга (Всеволожский, Ломоносовский, Кировский МР) и Калининграда (Гурьевский, Зеленоградский МО), причем оно даже выше, чем у столиц регионов (Гатчинского МО и ГО «Г. Калининград»). У дальнего пригорода (Янтарный, Балтийский и Мамоновский ГО в Калининградской области; Тосненский, Выборгский МР и Сосновоборский ГО в Ленинградской области; Калининский, Красноармейский, Кореновский и Тимашёвский МР Краснодарского края) сохраняется миграционный прирост, однако сальдо миграции в этих муниципалитетах уже ниже, чем в столицах регионов. Исключением являются курортные города дальнего пригорода: Светлогорск (Калининградская агломерация), Горячий Ключ (Краснодарская агломерация), пгт Сириус (Сочинская агломерация), Анапа и Геленджик (Новороссийская агломерация). В этих курортных округах Калининградской области и Краснодарского края показатели миграции даже выше, чем у пригородов столиц регионов.

Таблица 4

Миграция и пространственное положение привлекательных и непривлекательных муниципальных муниципалитетов Калининградской и Ленинградской областей, Краснодарского края относительно столиц и крупных городских агломераций регионов

Муниципальное образование	Регион	Столица региона	Удаленность от ядра агломерации, км				Агломерация	Коэффициент сальдо миграции*
			< 50	50 – 100	100 – 150	> 150		
Всеволожский МР	ЛО		+				Санкт-Петербургская	59,21
Ломоносовский МР			+					26,97
Волосовский МР				+				9,04
Кировский МР			+				Санкт-Петербургская	7,93
Станцевский МР					+			6,69
Гатчинский МО		+		+			Санкт-Петербургская	4,56
Тосненский МР				+				2,46
Сосновоборский ГО				+				0,97
Выборгский МР					+			0,40
Лодейнопольский МР						+		- 0,44
Волховский МР	КО				+			- 0,44
Лужский МР					+			- 1,40
Подпорожский МР						+		- 4,77
Светлогорский ГО			+				Калининградская	34,38
Гурьевский МО			+					27,54
Зеленоградский МО			+					23,44
Пионерский ГО			+					17,89
ГО «Г. Калининград»		+						13,16
Янтарный ГО			+					6,01
Светловский ГО			+					5,84
Балтийский ГО			+					5,43
Мамоновский ГО				+				4,71
Правдинский МО				+				- 2,23
Гвардейский МО			+					- 2,25
Полесский МО				+				- 2,60

Окончание табл. 4

Муниципальное образование	Регион	Столица региона	Удаленность от ядра агломерации, км			Агломерация	Коэффициент сальдо миграций*
			< 50	50–100	100–150		
Краснознаменский МО	КК				+		-8,81
Славский МО					+		-9,57
Озёрский МО					+		-10,59
МО «Г. Горячий Ключ»				+		Краснодарская	22,38
ГО «Г. Краснодар»		+					14,54
Северский МР			+				11,25
Динской МР			+				10,57
Красноармейский МР				+		Новороссийская	4,45
Тимашёвский МР				+			3,84
Кореновский МР				+			3,36
Усть-Лабинский МР				+			-3,80
МО «Г.-курорт Анапа»				+		Сочинская	29,66
ГО «Г.-курорт Геленджик»			+				17,32
Темрюкский МР				+			10,68
ГО «Г. Новороссийск»			+				9,57
Абинский МР				+			7,21
Крымский МР	КК		+				4,59
ГО «П. Сирiuс»			+				29,24
ГО «Г.-курорт Сочи»			+				8,04
Туапсинский МР					+		1,84
Выселковский МР				+			-2,45
Тихорецкий МР					+		-2,48
Успенский МР					+		-3,90
Лабинский МР					+		-5,33

Примечание: жирным шрифтом выделены столицы регионов, курсивом — нестоличные центры агломераций; здесь и далее в таблицах: * Среднегодовое значение коэффициента сальдо миграции населения (2011–2023), ‰, КО — Калининградская область, КК — Краснодарский край, ЛО — Ленинградская область.

Составлено на основе данных Росстата.



Во-вторых, миграционная убыль в основном характерна для муниципалитетов за пределами городской агломерации, удаленных на более чем 100 км от столицы региона. Однако в редких случаях миграционная убыль имеет место и в муниципалитетах, входящих в столичную агломерацию, — это муниципалитеты дальнего пригорода столиц регионов вдали от морского побережья (Гвардейский [19], Полесский и Правдинский МО Калининградской области; Усть-Лабинский МР Краснодарского края). На расстоянии до 100 км от столицы региона присутствует зависимость между сальдо миграции и удаленностью от ядра агломерации, однако по мере удаления на более чем 100 км фактор расстояния уже не играет заметную роль. Связано это с тем, что удаленные от столичной агломерации муниципалитеты могут попасть в сферу влияния других крупных городов региона (например, в Краснодарском крае помимо столичной агломерации свою агломерацию образуют г. Сочи и Новороссийск) или соседнего субъекта РФ. Именно поэтому, по-видимому, самыми депрессивными муниципалитетами из рассматриваемых регионов являются расположенные на востоке Калининградской области Славский, Неманский, Черняховский, Краснознаменский, Нестеровский и Озёрский МО анклава России без общих границ с другими субъектами РФ, в котором нет крупных городов, сопоставимых по влиянию со столицей региона. К ареалам оттока населения также относятся юг (Лужский МР) и северо-восток (Подпорожский МР) Ленинградской области, а также северо-восток (Выселковский и Тихорецкий МР) и восток (Успенский и Лабинский МР) Краснодарского края.

Влияние близости к столицам соседних регионов на миграцию в муниципалитетах рассматриваемых регионов менее заметно и отличается в зависимости от города. У северных районов Краснодарского края в пределах 130 км от Ростова-на-Дону либо околонулевой миграционный прирост (Крыловский, Куцевский МР), либо заметный миграционный прирост (Староминский, Ленинградский МР); аналогично слабый миграционный прирост отмечается у Отрадненского МР, находящегося в 70 км от Черкесска, столицы Карачаево-Черкессии. Обратные примеры — муниципалитеты Краснодарского края в пределах 120 км от Ставрополя (ГО «Армавир», Успенский, Новокубанский МР) и районы Ленинградской области в пределах 130 км от Великого Новгорода (Киришский и Лужский МР) с заметной миграционной убылью населения. Влияние других крупных городов соседних регионов (Череповец, Петрозаводск, Псков) незаметно, потому что они удалены на расстояние, превышающее 150 км от ближайших районов Ленинградской области. Влияние Майкопа также незаметно: в соседних с Республикой Адыгея муниципалитетах Краснодарского края (Белореченский, Апшеронский, Курганинский и Лабинский МР) знак сальдо миграции



варьируется от заметно отрицательного до слабого положительного, при этом сальдо миграции не меняется линейно в зависимости от удаленности столицы Адыгеи (табл. 5).

Таблица 5

**Миграция и пространственное положение отдельных муниципалитетов
Калининградской и Ленинградской областей, Краснодарского края,
граничащих с другими субъектами РФ,
относительно столиц соседних регионов**

52

Муниципальное образование	Регион	Удаленность от столицы региона, км	Столица соседнего региона	Расстояние до столицы соседнего региона, км	Коэффициент сальдо миграции
Ленинградский МР	Краснодарский край	180	Ростов-на-Дону	130	4,09
Староминский МР		190		120	3,48
Апшеронский МР		120	Майкоп	45	1,42
Отраденский МР		270	Ставрополь; Черкесск	120; 75	0,7
Курганинский МР		170	Майкоп	70	0,52
Кушевский МР		205	Ростов-на-Дону	85	0,49
Белореченский МР		105	Майкоп	30	0,26
Крыловский МР		180	Ростов-на-Дону	125	0,21
Новокубанский МР		210	Ставрополь	140	–0,30
ГО «Г. Армавир»		220		115	–0,72
Павловский МР		150	Ростов-на-Дону	140	–1,98
Успенский МР		215	Ставрополь	85	–3,90
Лабинский МР		190	Майкоп	60	–5,33
Киришский МР	Ленинградская область	160	Великий Новгород	125	–0,29
Лужский МР		150		95	–1,40

Примечание: обоснование выбранных МО — по расстоянию от административного центра до столиц соседних регионов (не более 150 км).

Рассчитано на основе данных Росстата.



Приграничное положение

Функция сухопутной границы в трех регионах значительно изменилась после 2011 г. В Калининградской и Ленинградской областях прежде контактная граница после 2014 г. (вхождение Крыма и Севастополя в состав России, пандемия COVID-19, затем начало СВО России на Украине) с европейскими странами стала характеризоваться барьерностью [20]. Так, привлекательность регионов с точки зрения возможностей международного туризма и отдыха, занятости и обучения в европейских столицах сменилась рисками военно-политической и геополитической напряженности с вхождением Финляндии и Швеции в НАТО [21], наращиванием военной группировки НАТО в Польше и странах Прибалтики [22]. В приграничье рассматриваемых областей отмечается сворачивание ориентированной на обслуживание контактной функции границы хозяйственной деятельности [23] (приграничная торговля, например). В Краснодарском крае столь очевидных изменений не было — функция границы остается контактной [20], однако внешнеэкономическое взаимодействие с Абхазией существенно ограничено, в том числе по причине спорной государственной принадлежности Абхазии (которую не признают как государство большинство стран мира) [24], а также из-за отсутствия соглашения об избежании двойного налогообложения и очень узкого коридора транспортного сообщения с Россией (зажатого между морем и горами) [20].

В соответствии с произошедшими изменениями функций границ изменилось и влияние этого фактора на миграционную привлекательность приграничных муниципалитетов рассматриваемых регионов. В Калининградской и Ленинградской областях усилилась периферийность приграничья, что снижает миграционные показатели тех приграничных муниципалитетов, которые были вовлечены в активную внешнеэкономическую деятельность, а в приграничье Краснодарского края, несмотря на сохраняющуюся контактную функцию границы, миграционная обстановка не претерпела значительных изменений.

В Калининградской области миграционная обстановка лучше в муниципалитетах, которые входят в состав Калининградской агломерации и на территории которых расположены наиболее активно используемые пограничные переходы с Польшей. Приграничье с Литвой более удалено от областного центра, поэтому барьерность границы с Литвой накладывается на удаленность от центра [25]. Подобные различия проявляются и в приграничье с Финляндией и Эстонией в Ленинградской области. В Краснодарском крае приграничным с Абхазией муниципалитетом является ГО «Г. Сочи», большая часть Сочинской агломерации. Поэтому здесь, так же как и в приморских приграничных муниципалитетах или в столице Калининградской области, для кото-



рых гораздо большую роль играют внутристрановые потоки, приграничное положение оказывает, вероятно, вторичное влияние на миграционные процессы (табл. 6).

Таблица 6

Миграция в приграничных муниципалитетах Калининградской и Ленинградской областей, Краснодарского края

Муниципальное образование	Регион	Соседнее государство	Пропускной пункт	Коэффициент сальдо миграции
Зеленоградский МО	Калининградская область	Литва	МАПП «Морское – Нида» РПП «Рыбачий – Нида»	23,44
Балтийский ГО		Польша		5,43
Мамоновский ГО			МАПП «Мамоново – Гроново» МАПП «Мамоново-2 – Гжехотки» ЖдПП «Мамоново – Бранёво»	4,71
Багратионовский МО			МАПП «Багратионовск – Безледы»	0,89
Советский ГО		Литва	МАПП «Советск – Панемуне» ЖдПП «Советск – Пагегяй»	-0,11
Правдинский МО		Польша	ЖдПП «Железнодорожный – Скандава»*	-2,23
Неманский МО		Литва	МАПП «Дубки – Рамбинас»	-4,27
Нестеровский МО			МАПП «Чернышевское – Кибартай» ЖдПП «Нестеров – Кибартай»	-6,12
Краснознаменский МО			ДАПП «Пограничный – Рамонишкяй»	-8,81
Славский МО				-9,57
Озёрский МО		Польша	МАПП «Гусев – Голдап»	-10,59
Сланцевский МР	Ленинградская область	Эстония		6,69
Выборгский МР		Финляндия	МАПП и ЖдПП «Светогорск – Иматра» МАПП «Брусничное – Нуйямаа» МАПП «Торфяновка – Ваалимаа» ЖдПП «Бусловская – Вайниккала»	0,48



Окончание табл. 6

Муниципальное образование	Регион	Соседнее государство	Пропускной пункт	Коэффициент сальдо миграции
Кингисеппский МР		Эстония	МАПП, ЖдПП и ППП «Иваногород – Нарва»	– 0,19
ГО «П. Сириус»	Краснодарский край	Абхазия / Грузия		29,24
ГО «Г.-курорт Сочи»			МАПП и ЖдПП «Адлер – Псоу»	8,04
Мостовский МР				1,19

55

Примечание: МАПП – многосторонний автомобильный пункт пропуска; РПП – речной пункт пропуска; ЖдПП – железнодорожный пункт пропуска; ППП – пешеходный пункт пропуска; ДАПП – двусторонний автомобильный пункт пропуска. *«Железнодорожный – Скандав» – грузовой ПП (остальные – грузопассажиры).

Рассчитано на основе данных Росстата.

Фактор приграничного положения без наличия пропускных пунктов не играет заметной роли в миграционной привлекательности муниципальных образований, и сальдо миграции в них может быть как выше, чем в соседних неприграничных муниципальных образованиях (Сланцевский МР Ленинградской области, Мостовский МР Краснодарского края), так и ниже (Славский МО Калининградской области), а может не отличаться вовсе (Правдинский МО Калининградской области).

Наличие пропускного пункта в муниципалитете за пределами крупных агломераций само по себе не является привлекательным для мигрантов, но сокращает отток населения, что видно на границе с Литвой (Советский ГО, Неманский и Нестеровский МО Калининградской области). Однако на удаленной границе с Эстонией (Кингисеппский МР Ленинградской области) и с Польшей (Озёрский МО Калининградской области), наоборот, отток населения только усиливается. Вероятной причиной может быть наличие более близких и удобных пограничных пунктов с этими странами.

Таким образом, приграничное положение не оказывает значимого влияния на миграционную привлекательность муниципальных образований. Более того, характер этого влияния сильно меняется в зависимости от наличия крупного рынка сбыта рядом: если внутри городской агломерации приграничные муниципалитеты с пунктом пропуска имеют привлекательность (но заметно меньшую, чем само ядро агломерации), то за пределами более 100 км от крупного города фактор приграничья может оказывать сдерживающее влияние, уменьшающее отток населения, и наоборот, усиливать миграционный отток по причине нарастающей периферийности.



Крупные производственные кластеры (кроме приморских)

Кластеры производственной деятельности, как правило, находятся в крупных городах — столицах регионов и других центрах городских агломераций. К таким городам в Краснодарском крае и Калининградской области относятся Краснодар и Калининград, а также крупный причерноморский промышленный город Новороссийск. В Ленинградской области крупнейшие промышленные кластеры расположены не в столичном муниципалитете, а тяготеют к центру городской агломерации, Санкт-Петербургу, являющемуся отдельным субъектом РФ.

56

Чем крупнее кластер промышленности в городе, тем больше в нем рабочих мест и тем выше привлекательность города для мигрантов, что объясняет высокий миграционный прирост населения в крупных промышленных городах. Стоит отметить, что меньший по размеру город может быть более крупным промышленным центром, что видно на примере Новороссийска, который меньше курортного Сочи, но более привлекателен для экономических мигрантов (табл. 7). В пределах крупных городских агломераций также могут находиться другие, «вторичные» производственные кластеры (например, Сосновый Бор — моногород, построенный для обслуживания Ленинградской АЭС, находится в пределах Санкт-Петербургской агломерации), которые тоже могут вносить заметный вклад в экономику региона. Однако привлекательность таких муниципалитетов заметно ниже, чем столиц региона с более крупным кластером промышленности. Тем не менее благодаря наличию кластера производственной деятельности, вносящего заметный вклад в экономику региона, удаленный от ядра агломерации муниципалитет может иметь большую миграционную привлекательность, чем пригород столицы (Северский МР Краснодарского края) или даже агломерационный центр (Темрюкский МР Краснодарского края).

За пределами городских агломераций, в муниципалитетах с крупными производственными кластерами миграционный приток населения может либо сохраняться (Гусевский МО Калининградской области, Тихвинский МР Ленинградской области, Славянский МР Краснодарского края), либо быть ниже, чем в соседних муниципалитетах, и стремиться к нулю (Советский ГО Калининградской области, Кингисеппский, Киришский, Волховский и Бокситогорский МР Ленинградской области, Белореченский МР и Армавирский ГО Краснодарского края).

Стоит отметить, что в этом случае нет прямой зависимости между размером производственного кластера и сальдо миграции, особенно если муниципалитеты с крупными промышленными кластерами находятся по соседству (Черняховский МО и Гусевский ГО Калининградской области, Волховский, Киришский и Тихвинский МР Ленинградской области).

Таблица 7

Промышленные кластеры внутри и за пределами городских агломераций
Калининградской и Ленинградской областей, Краснодарского края

Муниципальное образование	Регион	Агломерация	Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами, 2023 г.		Коэффициент сальдо миграции
			Млрд руб.	% по региону	
Гурьевский МО	Калининградская область	Калининградская	75,05	10,17	27,54
ГО «Г. Калининград»			287,67	38,99	13,16
Светловский ГО			201,89	27,36	5,84
Гусевский ГО			12,72	1,72	0,8
Советский ГО			30,46	4,13	- 0,11
Черняховский МО	Ленинградская область	Санкт-Петербургская	29,01	3,93	- 6,08
Всеволожский МР			303,85	12,95	59,21
Ломоносовский МР			305,8	13,03	26,97
Выборгский МР			254,11	10,83	0,48
Тихвинский МР			96,3	4,10	2,67
Бокситогорский МР			38,14	1,62	0,15
Кингисеппский МР			611,13	26,04	- 0,19
Киришский МР			99,58	4,24	- 0,29
Волховский МР			77,24	3,29	- 0,44

Муниципальное образование	Регион	Агломерация	Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами, 2023 г.		Коэффициент сальдо миграции
			Млрд руб.	% по региону	
ГО «Г. Краснодар»	Краснодарский край	Краснодарская	640,25	19,27	14,54
Северский МР			243,39	7,32	11,25
Темрюкский МР		Новороссийская	272,08	8,19	10,68
ГО «Г. Новороссийск»			496,47	14,94	9,57
Абинский МР			119,74	3,60	7,21
ГО «Г.-курорт Сочи»		Сочинская	186,45	5,61	8,04
Славянский МР		—	211,47	6,36	3,67
Белореченский МР		—	51,97	1,56	0,26
ГО «Г. Армавир»		—	58,22	1,75	-0,72
Выселковский МР		—	67,27	2,02	-2,45

Примечание: обоснование выбранных МО — по отгрузке (больше 1,5% от региональных показателей).
 Рассчитано на основе данных Росстата.



Транспортная сеть (федеральные и международные автомобильные трассы, международные аэропорты)

Транспортная доступность создает условия для миграционных потоков. Чем больше и разнообразнее эта доступность (наличие инфраструктуры наземного, воздушного и водного транспорта), тем выше вероятность, что потоки будут интенсивные. Транспортная инфраструктура в рассматриваемых регионах сосредоточена в столицах, они же демонстрируют высокое сальдо миграции. Также крупнейшие транспортные узлы причерноморского побережья с высоким сальдо миграции находятся в Новороссийске (крупнейший морской порт России, ж/д узел) и Темрюкском МР (морской и речной порты, ж/д узел, соединяющий Краснодарский край с Крымом), в которых доля занятости населения в сфере «Транспортировка и хранение», согласно данным Росстата, составляет 29 % от общей занятости в муниципалитете.

На территории Калининградской, Ленинградской областей и Краснодарского края протекает 21 федеральная автомобильная трасса, часть из которой входит в международные европейские и азиатские маршруты, проходящие через 57 муниципалитетов (из 85) рассматриваемых регионов. Само по себе наличие крупной федеральной трассы не всегда оказывает положительное влияние на миграцию — привлекательность муниципалитетов, через которые проложены крупные автомобильные дороги, зависит от популярности трассы. Самой большой популярностью пользуются дороги вокруг крупных рынков сбыта (например, кольцевые дороги вокруг Санкт-Петербурга и Калининграда), а также соединяющие крупные рынки — как в пределах одного региона (дороги между Краснодаром и Новороссийском), так и между разными субъектами РФ (трассы А-289 и А-290, соединяющие Краснодарский край с Крымом). Сальдо миграции в муниципалитетах, через которые эти трассы проходят, выше, чем в соседних без трасс федерального значения. К федеральным трассам, проходящим через муниципалитеты с миграционным оттоком, относятся в основном европейские маршруты: Е-28 и Е-77 в Калининградской области, Е-50 в Краснодарском крае, Е-105 и Е-95 в Ленинградской области (табл. 8).

Помимо наземных дорог положительную роль на миграцию муниципалитетов оказывают морские порты (что тоже объясняет большую привлекательность морского побережья в сравнении с континентальными муниципалитетами) и аэропорты. Аэропорты среди рассматриваемых регионов расположены в 5 муниципалитетах — Гурьевском МО Калининградской области, ГО «Г. Краснодар», «Г. Геленджик», «Г. Сочи» и МО «Анапа» Краснодарского края. В этих муниципалитетах большой миграционный приток: 4 из них входят в топ-10 муниципалитетов по показателям сальдо миграции.

Таблица 8

Основные федеральные автомобильные трассы Калининградской и Ленинградской областей, Краснодарского края

Муниципальное образование	Регион	Федеральные трассы, проходящие через муниципалитет	Коэффициент сальдо миграции
Светлогорский ГО	Калининградская область	A-217	34,38
Гурьевский МО		A-217, E-28/A-229	27,54
Зеленоградский МО		A-217	23,44
Пионерский ГО			17,89
Правдинский МО		E-28/A-229, E-77/A-216	-2,23
Гвардейский МО			-2,25
Полесский МО			-2,60
Неманский МО		E-77/A-216	-4,27
Черняховский МО		E-28/A-229	-6,08
Нестеровский МО			-6,12
Краснознаменский МО		E-77/A-216	-8,81
Славский МО			-9,57
Озёрский МО			-10,59
Всеволожский МР	Ленинградская область	A-118, A-181, A-121 «Сортавала», E-105/P-21 «Кола»	59,21
Ломоносовский МР		E-20/A-180 «Нарва», A-118, A-120	26,97
Волосовский МР		E-20/A-180 «Нарва»	9,04
Кировский МР		E-105/P-21 «Кола», A-120	7,93
Гатчинский МО		E-95/P-23 «Псков», A-120, E-20/A-180 «Нарва»	4,56
Киришский МР		E-105/P-21 «Кола», A-215	-0,29
Лодейнополюский МР			-0,44
Волховский МР			-0,44
Лужский МР			-1,40
Подпорожский МР		A-215	-4,77

МО «Г. -курорт Анапа»	Краснодарский край	А-290	29,66
МО «Г. Горячий Ключ»			22,38
ГО «Г. -курорт Геленджик»		М-4 «Дон»	17,32
Северский МР		Е-115/А-146	11,25
Темрюкский МР		А-289, А-290	10,68
Абинский МР		Е-115/А-146	7,21
Крымский МР			4,59
Красноармейский МР		А-289	4,45
Славянский МР			3,67
Новокубанский МР		Е-50/Р-217 «Кавказ»	-0,30
ГО «Г. Армавир»			-0,72
Кавказский МР			-0,78
Щербиновский МР			-1,47
Брюховецкий МР			-1,72
Павловский МР			-1,98
Выселковский МР	Е-115/М-4 «Дон», Е-50/Р-217 «Кавказ»	Е-115/М-4 «Дон»	-2,45
Тихорецкий МР		Е-50/Р-217 «Кавказ»	-2,48
Усть-Лабинский МР		А-160	-3,80
Успенский МР			-3,90
Лабинский МР	Е-50/Р-217 «Кавказ»		-5,33

Рассчитано на основе данных Росстата.



Таким образом, можно сделать вывод, что наибольшую привлекательность имеют муниципалитеты, входящие в состав крупных городских агломераций (чем больше город и ближе пригород — тем более привлекателен для мигрантов район), расположенные на берегу моря и имеющие развитый кластер санаторно-курортной деятельности и туристической, а также аэропорт. В рассматриваемых регионах таких муниципалитетов, в которых сочетаются все 4 фактора, нет — максимум 3 фактора совпадают у курортных городов Краснодарского края (однако Анапа, Геленджик и Сочи не входят в столичную агломерацию) и Калининградской области (однако в Светлогорском ГО и Зеленоградском МО нет аэропорта). В рассматриваемых трех регионах фактор городских агломераций наиболее influential из всех 4 — поэтому 6 из 8 муниципалитетов со среднегодовым значением сальдо миграции $> 20,0\%$ за период 2014—2023 гг. входят в состав столичных агломераций, а самый высокий показатель сальдо миграции — у пригорода крупнейшего города, вокруг которого образовалась агломерация, — Санкт-Петербурга.

Заключение

Исследование показало, что самыми привлекательными для мигрантов являются территории, расположенные вблизи крупной столичной агломерации, и/или приморские территории, обладающие высокой талассоаттрактивностью.

Пространственная структура миграционной привлекательности рассмотренных регионов сложная, комплексная, опирается на разные факторы, это обуславливает устойчивость этой привлекательности, что отражают данные статистики. В рассмотренных регионах миграционная привлекательность имеет следующую пространственную структуру: 13,2 % — доля непривлекательных муниципалитетов: они расположены на расстоянии более 100 км от столиц регионов (восток Калининградской области; юго-запад, северо-восток и восток Ленинградской области; восток, северо-восток и север Краснодарского края); 36,6 % — доля привлекательных: приморские (в среднем 10,5 % от всех муниципалитетов региона), пристольные (в среднем 9 % от всех муниципалитетов региона) и муниципалитеты смешанного типа, в частности приморско-пристольные и приморско-пограничные (в среднем 4,1 % от всех муниципалитетов региона).

Чем крупнее агломерация, тем более привлекательны пригородные территории, расположенные у ядра агломерации. Иллюстрацией этого является тот факт, что пригородный Всеволожский МР, находящийся рядом с Санкт-Петербургом, по относительным показателям сальдо миграции заметно превышает все остальные муниципалитеты рассматриваемых регионов, в том числе курортные города Калининградской области и Краснодарского края. В то же время значимость фактора моря, по-видимому, уменьшается по мере увеличения размера агломерации.



По мере удаления от ядра агломерации показатели миграции уменьшаются, однако значения сальдо миграции столиц регионов могут быть меньше, чем у пригородов, расположенных к морю ближе (Гурьевский и Зеленоградский МО Калининградской области, город Горячий Ключ Краснодарского края) или у приморских курортных городов (Светлогорск, Пионерский и Зеленоградск Калининградской области; Анапа, Геленджик и пгт Сириус Краснодарского края). В Ленинградской области в связи с тем, что Санкт-Петербург — очень крупный город и расположен на берегу Финского залива, прибрежные муниципалитеты области уже не имеют более высоких показателей миграции в сравнении с неприморскими районами. Наличие крупной городской агломерации в соседнем регионе также может положительно влиять на миграцию (северные муниципалитеты Краснодарского края, расположенные в пределах 130 км от Ростова-на-Дону).

Наличие морских портов у прибрежных муниципалитетов, а также промышленных кластеров также привлекает мигрантов. Чем крупнее кластер, тем привлекательнее муниципалитет, в котором он расположен, чем отчасти объясняется высокое сальдо миграции в столицах регионов — в большинстве случаев крупнейших производственных центрах регионов. Однако еще большую привлекательность имеют кластеры санаторно-курортной индустрии — у курортов миграция выше, чем у промышленных городов. Если в муниципалитете сочетаются крупные предприятия и курортная индустрия (г. Новороссийск и Пионерский), то привлекательность такого муниципалитета будет ниже, чем у «чистых» курортов.

Наличие крупных федеральных и международных трасс на территории муниципалитетов является фактором, который может как привлекать мигрантов, так и отталкивать. В муниципалитетах, через которые пролегают популярные крупные трассы (А-146 и А-289 в Краснодарском крае и А-217 в Калининградской области), миграция выше, чем у соседних муниципалитетов без крупных дорог. Однако в некоторых периферийных муниципалитетах, через которые проходят удаленные от крупных городов международные трассы, сальдо миграции может быть ниже, чем в соседних муниципалитетах, где таких крупных трасс нет (например, Е-50/Р-217 «Кавказ» в Краснодарском крае, Е-105/Р-21 «Кола» и Е-95/Р-23 «Псков» в Ленинградской области).

Наличие аэропортов имеет положительное влияние на миграцию в муниципалитете.

Фактор границы привлекателен для мигрантов только в случае расположения приграничного муниципалитета в пределах крупной городской агломерации (Мамоновский и Багратионовский ГО Калининградской области, ГО «Г. Сочи», который сам по себе является крупной агломерацией) в связи с тем, что наличие крупного города означает рынок сбыта для продукции, привезенной из-за границы. Такие муниципалитеты выполняют обслуживающую функцию, формируя потоки, проходящие через муниципалитет, в сторону границы из



крупного города (из Калининграда в Польшу через Мамоново, из Сочи в Абхазию через Адлер). Однако при удаленности на 100 и более км от крупных городов наличие границы и пограничного пункта является выталкивающим фактором для мигрантов и определяет периферийность территории. В связи с этим самые низкие показатели миграции среди всех муниципалитетов рассматриваемых регионов — у восточных приграничных муниципалитетов Калининградской области.

Миграционной привлекательность рассматриваемых регионов имеет сложную пространственную структуру, и даже в связи с потерей привлекательности какого-либо фактора ЭГП (например, фактора границы, которая в Северо-Западном федеральном округе утратила контактную функцию и нарастила барьерную) эти регионы продолжают сохранять миграционный прирост. Однако большое количество факторов ЭГП имеет не только положительную сторону: если рядом с приграничным районом находится крупный рынок сбыта (например, столичная агломерация), который еще и соединен с границей крупной федеральной трассой, то такой муниципалитет будет привлекательным для экономических мигрантов, однако если пограничный пункт находится в городе за пределами городской агломерации, то такой город не станет по-настоящему привлекательным, если большинство людей будут рассматривать его как транзитную территорию для путешествия за границу. Изучение подобных «комбинаций» ЭГП на территории муниципалитетов и то, как они усиливают или, наоборот, уменьшают миграционную привлекательность, может стать перспективным направлением для дальнейших исследований, в том числе в тех регионах, привлекательность которых связана с факторами ЭГП, не рассмотренными в этой работе (например, речной транспорт и добыча полезных ископаемых). Необходимо активнее использовать факторы благоприятного ЭГП в муниципалитетах, чтобы эти факторы оказывали благоприятное воздействие на привлекательность не только отдельных муниципалитетов, но и всего региона для мигрантов.

Список литературы

1. *Население России 2019 : двадцать седьмой ежегодный демографический доклад (монография) / под ред. С. В. Захарова. М., 2022. doi: 10.17323/978-5-7598-2554-8.*
2. *Мкртчян Н. В. Стягивание населения России в крупные города и их пригороды // Журнал Новой экономической ассоциации. 2024. №2 (63). С. 241–248. doi: 10.31737/22212264_2024_2_241-248.*
3. *Мкртчян Н. В. Пространственная картина центрo-периферийных миграционных взаимодействий в России // Региональные исследования. 2024. №1 (83). С. 19–33. doi: 10.5922/1994-5280-2024-1-2.*
4. *Мкртчян Н. В., Гильманов Р. И. Крупные города России и их пригороды как центры притяжения внутренних мигрантов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2023. Т. 68, №1. С. 44–63. doi: 10.21638/spbu07.2023.103.*



5. Карачурина Л.Б., Мкртчян Н.В. Внутрирегиональная миграция населения в России: пригороды выигрывают у столиц // Известия РАН. Сер. географическая. 2021. Т. 85, №1. С. 24 – 38. doi: 10.31857/S2587556621010076.
6. Лялина А.В. Типология миграционных процессов в приморских регионах России // Вестник БФУ им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2021. №3. С. 42 – 59. EDN: XKYEER.
7. Соколова Ф.Х., Лялина А.В. Миграционная привлекательность приморской зоны Северо-Запада России: локальные градиенты // Балтийский регион. 2021. Т. 13, №4. С. 54 – 78. doi: 10.5922/2079-8555-2021-4-4.
8. Михель Е.А., Крутова О.С. Миграционные процессы в зеркале трансформаций: приграничные регионы России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2011. №2 (14). С. 86 – 95. EDN: NRCNXL.
9. Колосов В.А. Трансграничная регионализация и фронтальерские миграции: европейский опыт для России? // Региональные исследования. 2016. №3 (53). С. 83 – 93. EDN: XCNYVB.
10. Житин Д.В., Лялина А.В. Миграционные процессы в регионах Балтийского бассейна Западного порубежья России // Миграционные процессы в формировании трудового потенциала приграничных регионов России: 2011 – 2021 / под ред. А.П. Клемешева, А.В. Лялиной. Калининград, 2023. С. 121 – 159. EDN: DEFLFW.
11. Трейвиш А.И. Географическая полимасштабность развития России: город, район, страна и мир : дис. ... д-ра геогр. наук. М., 2006.
12. Герасименко Т.И., Семёнов Е.А. Экономико-географическое и геополитическое положение как интегральная пространственная категория // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. Т. 176, №1. С. 156 – 161. EDN: TWQYFN.
13. Земцов С.П., Бабурин В.Л. Оценка потенциала экономико-географического положения регионов России // Экономика Региона. 2016. Т. 12, №1. С. 117 – 138. doi: 10.17059/2016-1-9.
14. Дружинин А.Г., Лялина А.В. Приморские муниципалитеты России: концептуализация, идентификация, типологизация // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2020. №2-1 (2). С. 20 – 35. EDN: LPVNCG.
15. Дружинин А.Г. Реиндустриализация приморских регионов России в новом геополитическом и геоэкономическом контексте: потенциал портово-промышленного комплексобразования // Россия: тенденции и перспективы развития. 2022. №17 – 2. С. 60 – 63/ EDN: QPBQKO.
16. Лачининский С.С., Сорокин И.С. Пространственная структура и особенности развития поселений Санкт-Петербургской агломерации // Балтийский регион. 2021. Т. 13, №1. С. 48 – 69. doi: 10.5922/2079-8555-2021-1-3.
17. Михайлов А.С., Хвалей Д.В. Приоритеты инновационного развития ведущих приморских агломераций европейской части России // Вестник БФУ им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2020. №4. С. 45 – 58. EDN: CNMGKL.
18. Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры Калининградской городской агломерации на период до 2025 года. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
19. Горина А.И. Проблемы развития приагломерационных муниципалитетов на примере Гвардейского городского округа Калининградской области // Вестник БФУ им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2018. №4. С. 75 – 86. EDN: NFQPNX.



20. Приграничное сотрудничество вдоль государственной границы России. Т. 2. Регионы Западного и Юго-Западного порубежья России : монография / под ред. А.П. Клемешева, Я.А. Ворожейной, И.С. Гуменюка, Г.М. Федорова. Калининград, 2022. EDN: KWYVPC.
21. Зверев Ю.М. Три российских региона на Балтике в условиях противостояния России и Запада // Балтийский регион. 2023. Т. 15, №4. С. 24–41. doi: 10.5922/2079-8555-2023-4-2.
22. Зверев Ю.М. Наращивание и модернизация вооруженных сил Польши, Литвы и других стран НАТО вокруг Калининградской области : информационно-аналитический доклад. Калининград, 2024. EDN: VХАНVZ.
23. Федоров Г.М., Новикова А.А. Реструктуризация внешних торговых связей Калининградской области (2014–2022) : информационно-аналитический доклад. Калининград, 2023. EDN: LSWHIS.
24. Колосов В.А., Себенцов А.Б., Морачевская К.А. Формальные границы и трансграничные взаимодействия: страна – регион – муниципалитет // Балтийский регион. 2024. Т. 16, №3. С. 21–41. doi: 10.5922/2079-8555-2024-3-2.
25. Колосов В.А., Зотова М.В., Себенцов А.Б. Барьерная функция российских границ // Известия Российской академии наук. Сер. географическая. 2016. №5. С. 8–20. doi: 10.15356/0373-2444-2016-5-8-20.

Об авторе

Алексей Георгиевич Аникович — аспирант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: dog-200@mail.ru

SPIN-код: 1277-6861

A. G. Anikovich

SPATIAL STRUCTURE OF MIGRATION ATTRACTIVENESS OF RUSSIAN REGIONS AT THE LOCAL LEVEL

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Received 22 January 2025

Accepted 02 March 2025

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-3

To cite this article: Anikovich A. G., 2025, Spatial structure of migration attractiveness of Russian regions at the local level, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №2. P. 37–67. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-3.

Migration flows across Russia are highly heterogeneous: some areas are characterized as depressed, repelling population outflows, while others serve as "migration centers" that attract large numbers of residents. The migration appeal of such centers is often determined by specific factors related to their economic and geographical position, including proximity to major urban agglomerations and coastal locations, the presence of large industrial and production hubs, extensive transportation networks, and borderland positions. The combination of these factors in different parts of a region enhances its migration attractiveness and determines its sustainability. The aim of this study is to examine the spatial structure of migration attractiveness in three Russian regions with stable migration growth – Kaliningrad and Leningrad Oblasts and Krasnodar Krai – through an analysis of how economic and geographical factors influence migration patterns, using a multi-scale approach. The study draws



on data from Rosstat for the period 2011 – 2023. The findings indicate that the highest levels of migration attractiveness are observed in the capital agglomerations and coastal municipalities. Industrial and production centers also exert a significant influence on migration attractiveness, particularly in areas distant from major urban agglomerations. Additionally, clusters of the resort and sanatorium industries and major transportation hubs contribute positively to migration appeal. Sea-oriented industries help to mitigate negative migration trends, while proximity to borders and the presence of automobile and railway transportation networks have a limited impact on municipal attractiveness.

Keywords: migration, net migration, attractiveness, economic and geographical position, municipality, spatial structure

The author

Aleksey G. Anikovich, PhD student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: dog-200@mail.ru

SPIN-код: 1277-6861

УДК 502.3

Е. А. Архипов, С. И. Зотов

68

**ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДОВ**

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

Поступила в редакцию 15.01.2025 г.

Принята к публикации 24.03.2025 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-4

Для цитирования: Архипов Е. А., Зотов С. И. История исследования геоэкологического состояния городов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2025. № 2. С. 68–83. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-4.

Рассмотрена история геоэкологических исследований городов начиная с их зарождения и заканчивая современными тенденциями. Выделены следующие ключевые этапы в развитии геоэкологических исследований городов: 1) ранние исследования, охватывающие период с XIX в. до начала XX в.; 2) развитие геоэкологии и урбоэкологии середины XX в.; 3) экоурбанистика и устойчивое развитие в 1970–1990-е гг.; 4) современные тенденции начала XXI в. Особое внимание уделено тому, как в истории исследования геоэкологического состояния городов прослеживается тенденция необходимости формирования комплексных методов оценки урбанизированных территорий, учитывающих факторы различного происхождения, воздействующие на человека в современном городе.

Ключевые слова: геоэкология, история исследований, урбанизированная территория, город, геоэкологическая оценка, междисциплинарный подход, антропогенное воздействие

Введение

Городские территории, как правило, из-за интенсивного развития промышленности и транспортного сообщения находятся на грани системного экологического кризиса, поскольку все природные компоненты городской экосистемы подвергаются массированному загрязнению отходами, выбросами и сточными водами с высокой концентрацией загрязняющих веществ. Возрастает и влияние загрязнителей квантовой и волновой природы (шум, электромагнитное излучение, радиация, вибрации и т. д.).



Современный этап развития городских территорий характеризуется усиленным влиянием антропогенных факторов на окружающую среду, что делает актуальной задачу геоэкологической оценки.

Городская система, обладая сложной многоуровневой территориальной и социально-экономической организацией, создает среду для нормального существования человека. Достижение соответствия геоэкологических условий городской среды задачам обеспечения устойчивого социально-экономического, территориального развития города, сохранения здоровья населения, формирования благоприятных и комфортных условий для жизнедеятельности человека, сохранения и преумножения природного и рекреационного потенциала территории является актуальным направлением деятельности.

69

Упомянутые аспекты подчеркивают важность создания устойчивых городов, то есть спроектированных с учетом социального, экономического воздействия и воздействия на окружающую среду, а также устойчивой среды обитания для существующего населения и исследований для обеспечения экологической безопасности, улучшения качества жизни городского населения и сохранения природных ресурсов для будущих поколений. Это приводит к необходимости комплексного изучения техногенного влияния на составляющие природного комплекса и выявления неблагоприятных геоэкологических ситуаций в городах.

Методика исследования

В данной статье использован метод систематизированного анализа научных публикаций, охватывающих исследования геоэкологического состояния городов с XIX в. по настоящее время. Литературные источники отбирались и классифицировались по тематическим направлениям, включая геоэкологию, урбоэкологию, влияние антропогенного воздействия на ландшафты и устойчивое развитие. Проведен сравнительный анализ подходов различных авторов, выявлены ключевые научные концепции, теории и методики оценки урбанизированных территорий в разные исторические периоды.

Методологический подход статьи включает историческую ретроспективу, позволяющую проследить эволюцию научных работ о геоэкологическом состоянии городов. Выделены ключевые этапы развития исследований: от ранних трудов до содержащих современные междисциплинарные подходы, что позволило выявить смену научных парадигм и методов оценки городских экосистем. На основе анализа научных источников проведена периодизация истории геоэкологических исследований, отражающая развитие методов и подходов к оценке экологического состояния городов в разные временные периоды.

Результаты и их обсуждение

Историю геоэкологических исследований городов можно разделить на четыре ключевых этапа. Первым этапом можно считать ранние исследования, охватывающие период с XIX в. до начала XX в. Работы та-



ких ученых, как В. И. Вернадский и В. В. Докучаев, стали необходимой основой для дальнейшего развития этого научного направления. Второй этап связан с развитием геоэкологии и урбоэкологии в середине XX в., это расширенные исследования, среди которых особо отмечены труды Л. С. Берга, А. Н. Несмеянова, А. А. Брудного, В. Н. Тихомирова, Д. Н. Кавтарадзе, Е. Е. Божуковой. Третьей этап экоурбанистики и устойчивого развития в 1970–1990-е гг. прежде всего характеризует усиление международного экологического сотрудничества. Это работы таких ученых, как А. А. Беус, Ю. Е. Саэт, Б. А. Ревич и др. На этапе современных тенденций начала XXI в. наряду с оценкой состояния среды отдельно по компонентам многие авторы, например Б. И. Кочуров, В. Р. Битюкова, В. Б. Калманова, В. З. Макаров и др., выделяют необходимость геоэкологической оценки городов. Точно датировать выделенные этапы проблематично, поскольку они плавно переходят один в другой и частично накладываются.

Ранние исследования (XIX в. — начало XX в.). С началом индустриализации в России, особенно во второй половине XIX в., происходит значительное изменение в социально-экономической структуре страны. Рост городов, связанный с развитием промышленности, привел к увеличению численности населения в городах, что, в свою очередь, вызвало серьезные экологические проблемы. В крупных городах, таких как Санкт-Петербург и Москва, начинается активное использование угля и других ископаемых видов топлива, что приводит к загрязнению воздуха промышленными выбросами, а также дымом от угольных печей.

В это время начинается систематическое изучение экологических проблем, что стало основой для формирования научной экологии в России.

В. В. Докучаев акцентировал внимание на том, как человеческая деятельность, включая сельское хозяйство и урбанизацию, влияет на структуру и плодородие почвы. В работе «Русские почвы» (1886) он систематизировал свои наблюдения и исследования о почвах России. Ученый изучал различные типы почв, характеристики и факторы, влияющие на их формирование, но не писал непосредственно о городских экосистемах в современном понимании. Его работы касались вопросов, связанных с антропогенным воздействием на почвы, что имеет прямое отношение к городским территориям.

В 1910–1920-е гг. В. И. Вернадский [1] начал исследовать взаимодействие человека и природы. В своих работах он описывал влияние антропогенной деятельности на природные процессы и поднимал вопросы о необходимости охраны окружающей среды.

Хотя В. И. Вернадский не использовал термин «геоэкология» в современном понимании, его концепция биосферы и исследования антропогенного воздействия на природу заложили основы для дальнейшего изучения как этой дисциплины, так и многих других, включая урбоэкологию. Ключевыми работами В. И. Вернадского [2], в которых он исследовал влияние антропогенных факторов на место проживания человека и взаимодействие человека с природой, являются следующие.



«Биосфера» (1926) — это исследование считается одним из самых значительных в наследии В.И. Вернадского. В нем он описывает биосферу как глобальную экосистему, в которой живые организмы взаимодействуют с окружающей средой. Вернадский подчеркивает, что деятельность человека оказывает значительное влияние на биосферу, изменяя ее структуры и процессы. Он также обсуждает роль человека как геологической силы, способной изменять природные системы.

«Научная мысль как планетное явление» (1936) — в этой работе В.И. Вернадский исследует, как научные достижения и технологии влияют на жизнь человека и окружающую среду. Автор рассматривает антропогенные изменения как часть эволюции биосферы, подчеркивая необходимость учета экологических последствий человеческой деятельности.

«Философские мысли натуралиста» (1938) — В.И. Вернадский акцентирует внимание на влиянии человеческой деятельности на природные процессы. Он анализирует, как технологии и научные достижения изменяют окружающую среду, и подчеркивает необходимость осознания этих изменений, а также гармонизации отношений человека с природой.

Ранние работы в области геоэкологических исследований городов в России в XIX — начале XX в. еще далеки от непосредственного обсуждения последствий развития городских территорий, но тем не менее стали необходимой основой для дальнейшего формирования этого научного направления.

Развитие геоэкологии и урбоэкологии (середина XX в.). С середины XX в. в России и во всем мире начинается активное развитие концепций, предшествующих геоэкологическому изучению городов, а также формирование нового направления — урбоэкологии. Этот период характеризуется углубленным изучением взаимодействия между городской средой и природными экосистемами, а также анализом последствий урбанизации для биоразнообразия [3].

Исследования показали, что многие виды животных и растений могут адаптироваться к жизни в городах, но это также приводит к исчезновению некоторых видов и изменению экосистем. Важным направлением стало изучение зеленых насаждений и их роли в городской экосистеме.

С 1930-х гг. Л.С. Берг [4] также занимался вопросами географии и экологии, рассматривая взаимосвязи между живыми организмами и географической средой. Его работы способствовали пониманию важности сохранения природных экосистем и их интеграции в городское планирование. Он подчеркивал значимость зеленых зон в городах для создания комфортной городской среды. Л.С. Берг утверждал, что парки и скверы не только улучшают эстетический облик города, но и способствуют оптимизации микроклимата, очищению воздуха и повышению качества жизни горожан.

В 1947 г. в работе «Климат и жизнь» Л.С. Берг проводил исследования, посвященные тому, как городская среда влияет на разнообразие и



структуру растительности. Он анализировал, какие виды растений могут адаптироваться к условиям города и как антропогенные факторы (загрязнение, изменение микроклимата, воздействие человека) влияют на флору [5].

Стоит отметить появление уникального объекта «экополиса» в середине XX в., когда в СССР возникали научные центры как результат стремления руководства страны дать импульс развитию фундаментальных научных исследований. В 1960-х гг. по инициативе академика А. Н. Несмеянова был основан как научный центр Пушкино в первую очередь для биологических и экологических исследований [6].

«Экополис» можно характеризовать как урбанизированную систему, население которой намеренно интегрировано в процессы биосферы для оптимизации функционирования биосферы на благо человека. Иными словами, под термином «экополис» обычно понимают городское поселение, при планировании, проектировании и строительстве которого учитывается комплекс экологических потребностей людей, включая создание благоприятных условий для существования многих видов растений и животных в его пределах. Это является следующим важным шагом в эволюции нашей городской среды: «Строить так, чтобы вписываться в окружение в сотрудничестве, а не в конфронтации с природой» [7].

Пушкино стал примером экополиса — города, где научные исследования и экологические инициативы интегрированы в городское планирование и развитие. Это включает в себя устойчивую архитектуру, использование возобновляемых источников энергии и активное вовлечение местного населения в экологические проекты. Ряд ученых проводили интегрированные исследования по влиянию антропогенной деятельности на городскую среду и на пригородные территории.

Позже коллектив ученых: А. А. Брудный, В. Н. Тихомиров, Д. Н. Кавторадзе — провел комплексное исследование [8], в котором анализировалась программа создания такого города, как Пушкино. Были разработаны и апробированы методы формирования в малых городах оптимальной экологической среды обитания человека с учетом того факта, что в Пушкино с самого начала отсутствовала промышленность.

Программа «Экополис» в нашей стране зародилась в лаборатории экологии и охраны природы кафедры высших растений биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова. Эта программа ставит задачей создание человеческих поселений нового типа, реализующих сопряженное развитие общества и природы. Задача таких поселений — оградить природу и людей от неблагоприятных воздействий человеческой деятельности, сохраняя возможно большее разнообразие элементов биосферы [9].

Развитие, по сути, геоэкологических концепций и урбоэкологии в середине XX в. стало важным шагом к осознанию взаимосвязей между природой и городской средой. Это время было основой для дальнейших исследований и практических решений, направленных на создание устойчивых городов. Понимание роли зеленых насаждений и со-



хранения биоразнообразия в условиях урбанизации составило важный аспект градостроительства и экологии, что легло в основу современных концепций устойчивого развития.

Экоурбанистика и устойчивое развитие (1970–1990-е гг.). В контексте геоэкологического исследования городов в данный период необходимо упомянуть ряд важных международных событий, направивших научную мысль всего мира и России в частности в сторону экологизации городских поселений и других сфер жизни общества. Началом этого этапа можно считать доклад римского клуба «Пределы роста» в 1972 г., который предупреждал о последствиях неограниченного экономического роста в условиях ограниченных ресурсов, включая экологические и социальные кризисы. Он представил сценарии будущего и призвал к необходимости рационального использования природных ресурсов.

В 1970-х гг. началось активное развитие экологических движений, которые стали поднимать вопросы защиты окружающей среды и устойчивого использования ресурсов. В 1972 г. прошла Стокгольмская конференция по окружающей среде, где была обсуждена необходимость глобального сотрудничества в области экологии.

В 1987 г. Организация Объединенных Наций (Комиссия Брундтланд) выпустила доклад «Наше общее будущее», который впервые четко сформулировал концепцию устойчивого развития как «развития, которое удовлетворяет потребности нынешнего поколения, не ставя под угрозу возможность будущих поколений удовлетворять свои потребности». Доклад акцентировал внимание на взаимосвязи между экономическим, социальным и экологическим развитием [10].

На конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 г. (Саммит Земли) была принята Декларация по окружающей среде и развитию, в которой провозглашены обязательства государств по основным принципам достижения устойчивого развития и безопасного будущего. «Повестка дня на XXI век» является программой действий, направленных на реализацию правительствами концепции глобального устойчивого развития [11].

В сентябре 2000 г. в Нью-Йорке прошел Саммит тысячелетия, на котором мировые лидеры приняли Декларацию тысячелетия. Были сформулированы восемь целей развития (Цели тысячелетия), направленных на борьбу с бедностью, улучшение здоровья, образование и устойчивое развитие, что стало важным шагом к глобальному сотрудничеству в области устойчивого развития [12].

В СССР первые эколого-геохимические исследования городов были проведены в 1970–1980-х гг. в Институте минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ) [13] Министерства геологии СССР под руководством Ю.Е. Саета. Значительный вклад в разработку методических подходов геохимического анализа города внесли ученые географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Института географии Сибири и Дальнего Востока СО РАН, Южного федерального университета и др.



Начало геохимических исследований процессов загрязнения окружающей среды, организованных в ЦГЭ ИМГРЭ, отчасти совпало с выходом в свет книги «Геохимия окружающей среды» [14], авторами которой были А. А. Беус, Л. И. Грабовская и Н. В. Тихонова.

Первый опыт масштабных и методических исследований Ю. Е. Саета состоялся на территории города Москвы в 1976–1979 гг., что определило направление развития геоэкологических исследований городов России на предстоящие годы и выявило потенциал применения подобных методов для решения ряда задач: 1) анализ промышленных предприятий и различных видов отходов, их оценка как источников загрязнения окружающей среды и вторичных ресурсов ценных компонентов; 2) идентификация источников загрязнения окружающей среды промышленными выбросами, картографирование зон их воздействия и установление локальных областей с наиболее высокой интенсивностью загрязнения токсичными элементами; 3) оценка состояния почв и растительности, включая сельскохозяйственные культуры, в контексте воздействия выбросов и применения бытовых и промышленных отходов в качестве агрономелиорантов; 4) определение источников загрязнения природных вод и оценка эффективности очистки сточных вод; 5) выявление групп населения с повышенным риском заболеваний, связанных с установленными локальными и региональными геохимическими аномалиями.

Доказано, что ключевым преимуществом геохимических методов является возможность точной пространственной фиксации зон техногенного загрязнения и возможность создания разномасштабных моно- и полиэлементных эколого-геохимических карт [15].

В 1982 г. в ИМГРЭ издается выпуск Методических рекомендаций по геохимическим методам оценки загрязнения окружающей среды, в существенной мере основанных на полученном оригинальном фактическом материале (авторы Б. А. Ревич, Ю. Е. Сает, Р. С. Смирнова, Е. П. Сорокина). В первом выпуске рекомендаций впервые были обобщены материалы по особенностям образования, состава и морфологии техногенных геохимических ореолов в городах, по методам их выявления и оценки [16].

К сожалению, как уже было отмечено, в бывшем СССР до конца 1990-х гг. существовала устойчивая традиция закрытости экологической информации (в современном массовом понимании этого термина) и даже секретности в отношении всех сведений, связанных с загрязнением окружающей среды [17].

Современные тенденции и вызовы (XXI в.). В XXI в. геоэкологические исследования городов сталкиваются с новыми вызовами, связанными с изменениями климата. Ученые разрабатывают стратегии адаптации городов к меняющимся условиям.

Понятие «город» многогранно и может быть представлено как форма расселения человека и как сложный архитектурно-строительный, социальный, экономический, экологический, географический комплекс.

В начале 2000-х гг. сформировался общий взгляд науки на города. В работе Т. И. Подгорной [18] рассматривается, как планировочная организация в сочетании с природными условиями определяет трансформацию и распределение по урбанизированной территории основ-



ных потоков вещества и энергии. При этом планировочная структура обладает свойством инерционности — в силу своей жесткости, закреплённости функциональных зон, параметров площадей и улиц с трудом поддается изменениям, сопротивляется переустройству. Таким образом, в пределах городской территории наблюдается относительно стабильная направленность потоков переноса и аккумуляции загрязняющих веществ. Качество городской среды напрямую зависит от рациональной организации планировочной структуры, учитывающей природные особенности, сложившуюся техногенную обстановку и направленность геохимических потоков. В результате усиленной антропогенной деятельности в пределах городов происходит значительное изменение практически всех элементов природной системы: гидрографической сети, рельефа, микроклимата, почв, естественной растительности.

Новый методический подход к комплексной оценке состояния городской среды на основе объективных наблюдений предлагают В.Р. Битюкова с соавторами [19]. Их методика основывается на объективных данных замеров состояния различных сред. На основе карт загрязнённости различных природных компонентов на территории города предлагается рассчитать показатель доли площади с различным уровнем загрязнённости атмосферы, почвы и прочим по предварительно выделённым (или выбранным) территориальным единицам, например ареалам с различными типами воздействия.

Профессор МГУ имени М.В. Ломоносова О.А. Макаров [20] представляет другой подход. Он предложил для оценки качества (состояния) окружающей природной среды использовать показатель экологического качества (ПЭК), а также разработал пятиуровневую шкалу экологической оценки качества (состояния) окружающей природной среды, основанную на устойчивости окружающей природной среды (ОПС) к существующему на характеризуемой территории антропогенному воздействию.

Значимой задачей при изучении загрязнения окружающей среды является установление источников вредных воздействий, размеров зон их влияния на население и оценка этого влияния, выявление пространственной структуры распределения очагов загрязнения.

В.Б. Калманова реализует геоэкологический анализ [21], который является эффективным методом изучения сложных систем, в том числе экологического состояния городской территории, учитывающий ее природные и антропогенные особенности. Ранжируются пять уровней экологической обстановки: показатель экологического состояния (ПЭКС) = 1,0–1,7 — «относительно удовлетворительная»; 1,8–2,5 — «конфликтная»; 2,6–3,3 — «напряжённая»; 3,4–4,1 — «критическая»; 4,2–5,0 — «кризисная».

Метод эколого-географического картографирования авторства Л.П. Майорова, Е.А. Жуковской, Г.Ю. Морозовой [22] предполагает выделение промышленных, жилых (многоэтажная и одноэтажная застройка), рекреационных зон и «пустыррей». Для каждой из зон формируется перечень показателей экологического состояния территории. Для рекреационных зон предусматривается оценка экологического состояния с помощью баллов, учитывающих антропогенное воздействие, функции зеленых насаждений и оценку их жизненного состояния, эстетическую оценку.



Комбинированный способ агрегирования балльных оценок предложил В. А. Рыбак [23]. Для решения описанной проблемы предлагается комбинированный способ агрегирования, в результате которого производится усреднение частных оценок по трем доминирующим компонентам окружающей среды, выбор которых для каждой функционально-ландшафтной зоны производится отдельно. Один из трех доминирующих компонентов выбирается в зависимости от основного вида использования территорий.

В.П. Петрищев, С.А. Дубровская [24] используют интегральную оценку экологической ситуации. Рассчитывается коэффициент напряженности экологической ситуации, с учетом показателей состояния атмосферного воздуха, загрязнения почв, шумового загрязнения, индекса экологической опасности, удельного веса воздействующих факторов, плотности населения и средоохранной и средовоспроизводящей емкости территории.

Е.Г. Языков [25] разработал комплексную эколого-геохимическую оценку состояния природной среды. Метод основывается на принципах комплексного, системного, синхронного и максимально сближенного в пространстве обследования таких компонентов, как снег, почва, биота, вода, атмосфера, донные и солевые отложения.

Методический подход к оценке экологического риска в связи с химическим загрязнением земель используют О.П. Сазоненко, С.Б. Мельнов [26]. Оценка экологического риска, возникающего в результате поступления химических веществ в землю, производится с целью определения потенциальной экологической опасности химического загрязнения земель. Потенциальность загрязнения земель химическими элементами в данном контексте заключается в том, что при увеличении содержания этих химических элементов в почве экосистема будет самоочищаться.

Один из основателей картографирования и ранжирования геоэкологического состояния территории Б.И. Кочуров в работах [27–29] в качестве основополагающего подхода предлагает использовать концепцию геоэкосоциосистемы, которая подразумевает сбалансированное развитие через достижение эколого-хозяйственного баланса. В рамках данной концепции можно выделить несколько ключевых индикаторов для оценки геоэкосоциосистем: 1) индикаторы, отражающие целостность, единство и структуру природно-экологического каркаса, что позволяет оценить экологический фонд территории, а также ее запасы и потенциал для дальнейшего развития; 2) индикаторы антропогенного преобразования, характеризующие текущее состояние территории и экономическую стоимость преобразований или нового строительства; 3) индикаторы загрязнения окружающей среды, вызванного стационарными промышленными объектами и транспортом; 4) индикаторы уровня благоприятности окружающей среды, формируемой посредством ландшафтно-архитектурного проектирования.

И.И. Кесорецких и С.И. Зотов [30] используют методику оценки уязвимости природных комплексов к антропогенным воздействиям, которая заключается в разработке интегральной матрицы уязвимости,



применении весовых коэффициентов для оценки и создании соответствующей карты. Отличительной чертой описанной методики является превентивный подход, то есть оценка вероятности наступления неблагоприятной геоэкологической ситуации на исследуемой территории до наступления техногенной трансформации ландшафта. Высокая вариативность позволяет провести расчет уязвимости с индивидуально подобранными параметрами исходя из специфики природных условий или планируемой хозяйственной деятельности, что особенно актуально на этапе инженерно-экологических изысканий для проектирования зданий и сооружений в пригородных зонах, пока слабо затронутых процессами роста города — ядра агломерации, например Калининграда.

Стоит отметить работы Г.М. Бариновой [31], посвященные климатическим условиям Калининградской области и Калининграда. Особенно подчеркивается факт образования «острова тепла», то есть повышение температуры воздуха в крупных городах по направлению от окраин к центру. Автором приведены результаты микроклиматических съемок, определена временная и пространственная изменчивость, а также выделены основные причины формирования упомянутого явления. Основным источником атмосферного загрязнения в Калининграде выступает автотранспорт, что определяет основные загрязняющие вещества: оксид углерода, оксид азота и диоксид серы. В Калининграде чаще наблюдаются приземные инверсии, препятствующие рассеиванию и перемешиванию воздуха.

На современном этапе также важно выделить формирование концепции экологического каркаса в территориальном планировании городских территорий. В работе О.А. Климановой с соавторами [32] под экологическим каркасом понимается совокупность незастроенных и незапечатанных территорий, то есть не покрытых искусственными материалами, такими как бетон или асфальт, и имеющих растительный покров различного типа. Эти территории обеспечивают экосистемные услуги. Использование инфраструктурного подхода позволяет создавать полноценный экологический каркас, включая любые незапечатанные и озелененные городские пространства, на основе предварительного выявления таких территорий с помощью дешифрования данных дистанционного зондирования Земли. Параллельная оценка всего спектра экосистемных функций может повысить «конкурентоспособность» элементов экологического каркаса в рамках стратегического планирования и пространственного развития городов.

Рассматривая экологический аспект в пространственном развитии крупнейшей в РФ Московской агломерации, Н.С. Краснощекова [33] предлагает при разработке генеральных планов городов и документов территориального планирования городских агломераций, прежде всего столичного региона, учитывать предшествующие предложения, в том числе относительно ранее установленных категорий земель, например пригородной зоны во взаимосвязи с зеленой зоной, в частности с пригородными зелеными зонами.

Как показывает И.М. Георгица [34], мировой практикой конструирования городских ландшафтов выработан принципиальный набор



составных элементов экологического каркаса современного города, в который входят зеленое кольцо города, несколько крупных клиньев-массивов, проникающих в городской центр, равномерно разбросанные по территории города крупные зеленые «пятна» парков, водно-зеленый диаметр вдоль рек и водоемов.

А. В. Никитин с соавторами [35] на примере Казани предлагается проводить инвентаризации и мониторинг состояния зеленых насаждений и водных объектов, которые являются элементами экологического каркаса города. Однако результаты этих инвентаризаций слабо отражены в Генеральном плане и практически не учитываются в проектах планировок и градостроительной политике. Решение большинства городских проблем возможно при учете экологических требований в проектировании городской территории. Это должно осуществляться на всех уровнях: от генерального плана до проектов конкретных объектов капитального строительства.

Также для Казани в работе С. Х. Исмагиловой и А. В. Лобановой [36] разработана модель ландшафтно-экологического каркаса, а также выявлены аспекты его формирования, рекомендованные для использования в процессе корректировки документов территориального планирования муниципального образования Казани. Эти рекомендации учитывают расширение функций и значения структурных элементов. Реконструкция природного комплекса должна основываться на комплексном применении существующих подходов к разработке ландшафтно-экологического каркаса, а также на выделении природоохранных режимов и режимов градостроительной деятельности на территории этого каркаса.

Исследования городских территорий с позиции экологической геоморфологии предлагают Э. А. Лихачева с соавторами [37; 38]. В работе «Экологические хроники Москвы» [39] представлен подробный аналитический обзор освоения географического пространства Москвы и сложной истории возникновения экологических проблем. Предлагаемая методика геоморфологической оценки изменений природной среды принимает во внимание виды и степень антропогенного воздействия, негативные процессы и явления, уровень урбанизации, а также соответствие необходимым ограничениям в системах землепользования. Авторы представили свой взгляд на структуру управления городской территорией с учетом инженерно-геологических и инженерно-геоморфологических условий в виде схемы (алгоритма) тактических решений для решения экологических проблем и упорядочивания системы управления, в том числе по районной и микрорайонной планировке.

Е. В. Сокольской [40–42] предложена геоэкологическая информационно-аналитическая модель для выполнения оценки качества городской среды, включающей интегральное использование методов экологического мониторинга, математического и компьютерного моделирования, ГИС-технологий. Наиболее значимыми для геоэкологической



оценки Тирасполя выделены следующие компоненты городской среды: атмосферный воздух, почвенный покров, поверхностные водные ресурсы, акустический режим территории, зеленые насаждения.

Выделенные исторически этапы и их краткая характеристика сведены в таблицу.

**Исторические этапы развития
геоэкологических исследований городов**

Этап	Специфика и принципиальные различия	Авторы
Ранние исследования (XIX – начало XX в.)	Научная мысль сосредоточена на описании природных процессов и их изменениях под влиянием человеческой деятельности. Исследования еще далеки от непосредственного обсуждения последствий развития городских территорий, но тем не менее стали необходимой основой для дальнейшего развития этого научного направления	В.И. Вернадский, В.В. Докучаев
Развитие геоэкологии и урбоэкологии (середина XX в.)	Формируются концепции геоэкологии как науки о взаимодействии природных и антропогенных систем. Урбоэкология выделяется в самостоятельное направление. Исследователи анализируют накопление загрязняющих веществ и разрабатывают программы по сохранению биоразнообразия в условиях урбанизации	Л.С. Берг, А.А. Брудный, В.Н. Тихомиров, Д.Н. Кавтарадзе
Экоурбанистика и устойчивое развитие (1970 – 1990-е гг.)	Акцент смещается к разработке концепции устойчивого развития городов. Ведутся исследования механизмов саморегуляции урбоэкосистем, внедряются методы ресурсосбережения, экологического планирования и прогнозирования	Ю.Е. Саэт, А.А. Беус, Л.И. Грабовская, Н.В. Тихонова, Б.А. Ревич, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорокина
Современные тенденции и вызовы (XXI в.)	Исследователи рассматривают города как целостные системы, требующие междисциплинарного подхода, интегрирующего геоэкологию, урбанистку, социальные и экономические факторы. Возрастает роль экологических аспектов в градостроительной деятельности, в частности необходимость формирования «экологического каркаса» городов в виде зеленых зон, скверов, пригородных лесопарков	Т.И. Подгорная, В.Р. Битюкова, О.А. Макаров, В.Б. Калманова, Л.П. Майорова, Е.А. Жуковская, Г.Ю. Морозова, Б.И. Кочуров, И.И. Кесорецких, С.И. Зотов, Г.М. Баринаова, О.А. Климанова, Н.С. Краснощекова, И.М. Георгица, А.В. Никитин, Э.А. Лихачева, Е.В. Сокольская



Выводы

История геоэкологических исследований городов прошла через несколько ключевых этапов, каждый из которых внес значительный вклад в наше понимание взаимодействия городской среды и экосистем. Процесс формирования этого научного направления в России демонстрирует эволюцию подходов к пониманию сложных взаимосвязей между природными и антропогенными системами. Научные исследования, практические разработки и активное вовлечение местных жителей играют ключевую роль в создании устойчивых и адаптивных городских систем.

Важно отметить, что на современном этапе растет необходимость в осуществлении геоэкологической оценки городов, которая предполагает учет всех факторов различной природы, воздействующих на человека и окружающую среду, в отличие от традиционного подхода, сосредоточенного на оценке состояния среды по отдельным компонентам. Эта особенность приводит к разнообразию методов комплексной оценки городов, как уже существующих, так и тех, которые только предстоит разработать.

Список литературы

1. Вернадский С. В. И. Вернадский контент-анализ публикаций 1905—1917 годов // Власть. 2008. №2. С. 45—47. EDN: KARCBJ.
2. Прозоров Л. Л. Было ли учение Вернадского о ноосфере? (краткий исторический анализ) // Пространство и время. 2012. №4. С. 223—229. EDN: PJJSKN.
3. Красовитова Э. С. Экологическая деградация урбанизированных территорий Севера Западной Сибири в 1960—1970-е гг. // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2018. №6 (57). С. 106—113. EDN: YXZJNR. doi: 10.26105/SSPU.2019.57.6.010.
4. Берг Л. С. Ландшафтно-географические зоны СССР. М., 1931.
5. Берг Л. С. Климат и жизнь. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1947.
6. Варламова М. В. Исторический аспект развития ландшафтно-экологического каркаса города Пушкино Московской области // Лесной вестник. 2019. Т. 23, №3. С. 72—78. doi: 10.18698/2542-1468-2019-3-72-78.
7. Даунтон П. Экополис: Архитектура и города против изменения климата. Аделаида, 2009.
8. Брудный А. А., Тихомиров В. Н., Кавтарадзе Д. Н. Программа «Экополис» первый этап работы. Состояние экосистем г. Пушкино и окрестностей и воздействие на них транспортной сети // Экология малого города. Пушкино, 1981.
9. Божукова Е. Е., Кавтарадзе Д. Н. Основные работы по программе Экополис (рефераты публикаций). 1979—1982 гг. Пушкино, 1983.
10. Юргенс И. Ю., Ромов Р. Б. Комиссия Брунтланн и концепция устойчивого развития в истории СССР / России 1980—1990-х гг. // Власть. 2023. №6. С. 9—25. doi: 10.31171/vlast.v31i6.9848. EDN: CFNOLZ.



11. Лось В.А. РИО-92: Предварительные итоги 30-летия стратегии устойчивого развития. Ч. 1. Устойчивое развитие: исторические и теоретические основания) // Вестник Московского университета. Сер. 27. Глобалистика и геополитика. 2022. №2. С. 3—22. EDN: ACABGB.
12. Морозов Г.И. Саммит тысячелетия и ООН // Современная Европа. 2000. №4 (4). С. 33—45. EDN: KVNYYUL.
13. Эколого-геохимическая оценка городов различных регионов страны : сб. науч. ст. / Ин-т минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов ; отв. ред. Э.К. Буренков, Н.Ф. Челищев. М., 1991. EDN: YPEZZB.
14. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. М., 1976.
15. Янин Е.П. Начальные этапы развития эколого-геохимических исследований в СССР // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2015. №11. С. 3—36. EDN: UNFJQB.
16. Ревич Б.А., Сагит Ю.Е., Смирнова Р.С., Сорокина Е.П. Методические рекомендации, по геохимической оценке, загрязнения территорий городов химическими элементами. М., 1982. EDN: ZQIRMV.
17. Ларин В., Мнацаканян Р., Честин И., Щварц Е. Охрана природы России: от Горбачева до Путина. М., 2003. EDN: TIVEBV.
18. Подгорная Т.И. Источники и виды техногенных воздействий на окружающую среду : учеб. пособие. Хабаровск, 1997.
19. Битюкова В.Р. Новый подход к методике районирования состояния городской среды (на примере Москвы) // Известия Русского географического общества. 1999. Т. 131, вып. 2. С. 42—49. EDN: ZFEOWJ.
20. Макаров В.З., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Эколого-географическое картографирование городов. М., 2002. EDN: WIFKBD.
21. Калманова В.Б. Роль геоэкологического анализа при территориальном планировании городов // Региональные проблемы. 2017. №4. С. 74—78. EDN: ZWBIYT.
22. Майорова Л.П., Жуковская Е.А., Морозова Г.Ю. Методические подходы к экологическому картографированию городской территории (на примере г. Хабаровска) // Интеркарто. Интергис. 2015. №21. С. 612—617. doi: 10.24057/2414-9179-2015-1-21-612-617. EDN: ZIDSKZ.
23. Рыбак В.А. Интегральная оценка экологического состояния урбанизированных территорий // Научный вестник НЛТУ Украины. 2015. №25.5. С. 135—145.
24. Петрищев В.П., Дубровская С.А. Методика комплексной оценки экологического состояния городских территорий // Проблемы прикладной экологии. 2013. №3. С. 234—238. EDN: PKANRI.
25. Язиков Е.Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) // Вопросы геоэкологии. 2001. №1. С. 325—336.
26. Сазоненко О.П., Мельнов С.Б. Методический подход к оценке экологического риска в связи с химическим загрязнением земель // Вестник Полесского государственного университета. 2019. №2. С. 3—12. EDN: FTKWUN.
27. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск, 1999.
28. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие : учеб. пособие. М. ; Смоленск, 2003. EDN: QKMBRD.



29. Кочуров Б.И. Геоэкологическое картографирование : учеб. пособие / РАН, Ин-т географии, Науч. образоват. центр, Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, геогр. фак-т. М., 2009. EDN: QKHWNL.
30. Кесорецких И.И., Зотов С.И. Методика оценки уязвимости природных комплексов к антропогенным воздействиям // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2012. Вып. 1. С. 51–57. EDN: OPMUIF.
31. Барина Г.М. Калининградская область. Климат. Калининград, 2002.
32. Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63, вып. 2. С. 127–146. doi: 10.21638/11701/srbu07.2018.201. EDN: XTRKPR.
33. Краснощекова Н.С. Природный каркас в проекте Концепции Московской агломерации: нормативно-методические и правовые аспекты // Academia. Архитектура и строительство. 2014. №4. С. 67–76. EDN: TDNXTR.
34. Георгица И.М. Специфика городского экологического каркаса // Ярославский педагогический вестник. 2011. №2. С. 133–136. EDN: PJBJNH.
35. Никитин А.В., Мингазова Н.М., Юпина Г.А. Проблемы формирования эколого-природного каркаса урбанизированных территорий (на примере г. Казани) // Известия КазГАСУ. 2010. №2 (14). С. 88–96. EDN: NUHKB.
36. Исмагилова С.Х., Лобанова А.В. Ландшафтно-планировочные аспекты градозоологической реконструкции природного комплекса Казани // Известия КазГАСУ. 2013. №1 (23). С. 85–90. EDN: QIPKUP.
37. Лихачева Э.А., Некрасова Л.А. Городская среда: экологические проблемы и управление природно-антропогенной системой (с позиций экологической геоморфологии) // Известия РАН. Сер. географическая. 2020. Т. 84, №4. С. 577–587. doi: 10.31857/S258755662004010X. EDN: YSKJKC.
38. Город – экосистема / Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А., Жидков М.П. [и др.]. М., 1997. EDN: TLDQYV.
39. Лихачева Э.А. Экологические хроники Москвы. М., 2007. EDN: VIVYVJ.
40. Сокольская Е.В., Кочуров Б.И. Антропогенная трансформация физико-химических характеристик почвенного покрова в городе Тирасполь // Экология урбанизированных территорий. 2015. №3. С. 37–43. EDN: UNXXKZ.
41. Сокольская Е.В., Ивашкина И.В. Пространственная оценка экологической ситуации г. Тирасполя с использованием ГИС-технологий // Проблемы региональной экологии. 2016. №6. С. 105–112. EDN: XYGTBL.
42. Сокольская Е.В., Кочуров Б.И., Долгов Ю.А., Лобковский В.А. Многофакторная модель как основа для управления качеством окружающей среды урбанизированных территорий // Теоретическая и прикладная экология. 2018. №2. С. 20–34. doi: 10.25750/1995-4301-2018-2-026-034. EDN: XTCINN.

Об авторах

Егор Александрович Архипов — аспирант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: egor.arhipov2000@gmail.com

SPIN-код: 4646-6468

Сергей Игоревич Зотов — д-р геогр. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: zotov.prof@gmail.com

SPIN-код: 3905-1307



E. A. Arkhipov, S. I. Zotov

HISTORY OF URBAN GEOECOLOGICAL RESEARCH

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Received 15 January 2025

Accepted 24 March 2025

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-4

To cite this article: Arkhipov E. A., Zotov S. I., 2025, History of urban geoeological research, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №1. P. 68—83. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-4.

83

This article examines the history of geoeological research on cities, tracing developments from the origins of the field to current trends. The following key stages in the evolution of geoeological studies of urban areas are identified: (1) early research, spanning from the 19th century to the early 20th century; (2) the development of geoeology and urban ecology in the mid-20th century; (3) the rise of eco-urbanism and sustainable development during the 1970s—1990s; and (4) contemporary trends of the early 21st century. Particular attention is given to how the historical trajectory of geoeological studies highlights the growing need to develop comprehensive methods for assessing urbanized areas, integrating factors of diverse origins that impact human well-being in the modern city.

Keywords: geoeology, history of research, urbanized area, city, geoeological assessment, interdisciplinary approach, anthropogenic impact

The authors

Egor A. Arkhipov, PhD student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: egor.arhipov2000@gmail.com

SPIN-код: 4646-6468

Prof. Sergey I. Zotov, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: zotov.prof@gmail.com

SPIN-код: 3905-1307

Т. В. Шаплыгина¹, А. С. Кузнецова², И. И. Волкова¹

АТТРАКТИВНОСТЬ ЛАНДШАФТОВ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ МОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ САМБИЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА

¹Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

² Калининградский областной музей янтаря, Калининград, Россия

Поступила в редакцию 15.02.2025 г.

Принята к публикации 05.04.2025 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-5

84

Для цитирования: Шаплыгина Т. В., Кузнецова А. С., Волкова И. И. Аттрактивность ландшафтов как фактор развития рекреационного природопользования морского побережья Самбийского полуострова // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2025. №2. С. 84 – 100. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-5.

Развитие внутреннего туризма в России предполагает более активное вовлечение рекреационно значимых территорий в данную сферу. Это в полной мере относится к калининградскому побережью Балтийского моря, о чем свидетельствует возросший в последние годы объем туристических потоков. Предложен комплексный подход к оценке аттрактивности территорий, находящихся в контактной зоне «суша – море», в основу которого положена покомпонентная оценка, основывающаяся на 25 показателях, отражающих природные характеристики ландшафтов морского побережья, а также уровень их антропогенной трансформации. Выполнена его апробация на 31 участке морского побережья Самбийского полуострова. Анализ их аттрактивности показал преобладание участков с высоким уровнем привлекательности (56,8 % протяженности исследуемой территории) и полное отсутствие малопригодных территорий. Это свидетельствует, с одной стороны, о высоком рекреационном потенциале, а с другой – показывает недостаточность его реализации. На основе результатов оценки аттрактивности ландшафтов выделены участки с различной приоритетностью развития рекреации.

Ключевые слова: ландшафты, аттрактивность, рекреационное природопользование, морское побережье, Самбийский полуостров

Введение

Одним из ключевых параметров, определяющих рекреационный потенциал территории, является аттрактивность ландшафтов. Под аттрактивностью ландшафтов в основном принято понимать их эстетическую привлекательность, которая определяется красотой местности, ее привлекательностью для человека, обеспечивает благоприятную визуально-психоэмоциональную среду, способствующую восстановлению



психофизического здоровья человека, его полноценному отдыху [1; 3]. В рекреационном природопользовании зачастую именно аттрактивность оказывается решающим фактором при выборе мест отдыха.

Несмотря на довольно длительную историю изучения аттрактивности ландшафтов, данный процесс по-прежнему связан с рядом сложностей. Природные особенности территории, уровень ее антропогенной трансформации, значение в территориальном планировании, а также специфика психоэмоционального восприятия различными категориями туристов, затрудняют унификацию подходов к выбору оценочных показателей.

Одним из наиболее распространенных методов является балльная оценка (или ее аналоги) показателей, выбранных исследователями в качестве индикаторов аттрактивности ландшафтов и характеризующих особенности и уровень антропогенной трансформации ландшафтов и отдельных их компонентов (рельеф, растительность и т.д.) [4; 6–9; 11–13; 15; 16; 19; 23; 28; 30]. Затем при сложении полученных частных оценок по отдельным блокам показателей выполняется интегральная оценка эстетической привлекательности территории.

Довольно часто для оценки аттрактивности ландшафтов применяются методы социологического опроса и экспертных оценок [2; 4; 5; 9; 16; 27; 31; 32]. Суть данных методов — статистически выявить наиболее привлекательные ландшафты на основе мнения людей. Отличаются данные подходы подготовленностью, информированностью и опытом опрашиваемых. В роли респондента простого социологического опроса может выступать местный житель или сезонный турист, тогда как для экспертной оценки обычно выбирают людей со специализированным образованием (географов, экологов, биологов и др.). Функция исследователя сводится к фиксированию оценок респондентов и их дальнейшему обобщению. Чаще всего данные методы не используются в качестве основных, так как обладают значительной долей субъективизма, но применяются для подтверждения результатов, полученных автором с помощью балльного метода.

Для оценки показателей привлекательности ландшафтов широко применяется метод ГИС-моделирования [3; 11; 14; 17; 18; 20; 21; 24]: обработка и анализ цифровой модели рельефа (ЦМР), спутниковых снимков, аэрофотоснимков в QGIS, ArcGIS. Использование данного метода позволяет обрабатывать большие объемы данных за относительно короткое время и более точно определять значения оцениваемых показателей. Также этот метод помогает снизить субъективность получаемых результатов.

Современным методом исследования оценки аттрактивности ландшафта является использование искусственного интеллекта [22; 25; 26; 29]. Нейросети, обученные на основе атрибутивных фотографий ландшафтов, анализируют краудсорсинговые базы данных и позволяют выявить наиболее часто встречающиеся аттрактивные параметры или на их основе создать «идеальный» ландшафт.



В настоящее время исследователи, как правило, отдают предпочтение комплексным подходам к оценке аттрактивности конкретной территории, учитывающим ее региональные особенности, цели исследования (оценка туристско-рекреационного потенциала территории, проектирование охраняемой природной территории, подготовка рекомендаций для корректировки реализуемой рекреационной деятельности и т.д.).

Последние годы Калининградская область стала одним из популярных направлений внутреннего туризма в России. Помимо культурно-исторического наследия туристов привлекают природные объекты, наиболее популярным среди которых является морское побережье, особенно Куршская коса.

Побережье Самбийского полуострова обладает высоким туристско-рекреационным потенциалом благодаря наличию разнообразных природных (климат, песчаные пляжи, геологические ресурсы и др.) и культурно-исторических ресурсов, а также довольно развитой туристско-рекреационной инфраструктуре (отели, гостевые дома, гостиницы, глэмпинги, санатории, рестораны, кафе, променады, оборудованные пляжи, музеи и др.), которая, однако, расположена неравномерно и в основном сопутствует наиболее крупным и популярным для отдыха населенным пунктам. В свою очередь, высокий туристско-рекреационный потенциал создает возможности для организации многих видов рекреационной деятельности (лечебно-курортной, оздоровительно-спортивной, познавательной и развлекательной).

Вместе с тем распределение приморских ландшафтов Самбийского полуострова по степени аттрактивности показывает свою неоднородность, что связано с разным набором природных характеристик, ограничивающих аттрактивный потенциал ландшафтных элементов, а также разной степенью рекреационной освоенности территории, включая инфраструктурные объекты.

Целью исследования, результаты которого приведены в статье, является оценка аттрактивности ландшафтов морского побережья Самбийского полуострова для определения основных приоритетов развития его рекреационного природопользования.

Материалы и методы исследования

Объект исследования — морское побережье Самбийского полуострова Калининградской области от Северного мола в г. Балтийске до башни Омар в г. Зеленоградске. Всего был выделен 31 участок, каждый из которых оценивался при помощи 3–6 фокусных точек (всего 141 фокусная точка) (рис. 1). Фокусной точкой является опорная точка, с которой происходил осмотр побережья на 360°.

В основу выбора участков в береговой зоне Самбийского полуострова положен принцип репрезентативности, отражающий типологическое разнообразие природных комплексов, с одной стороны, с другой — их территориальное представительство с позиций рекреационного при-

родопользования. Количество фокусных точек определялось на основе рекогносцировочных работ и представляет необходимый исследовательский минимум.

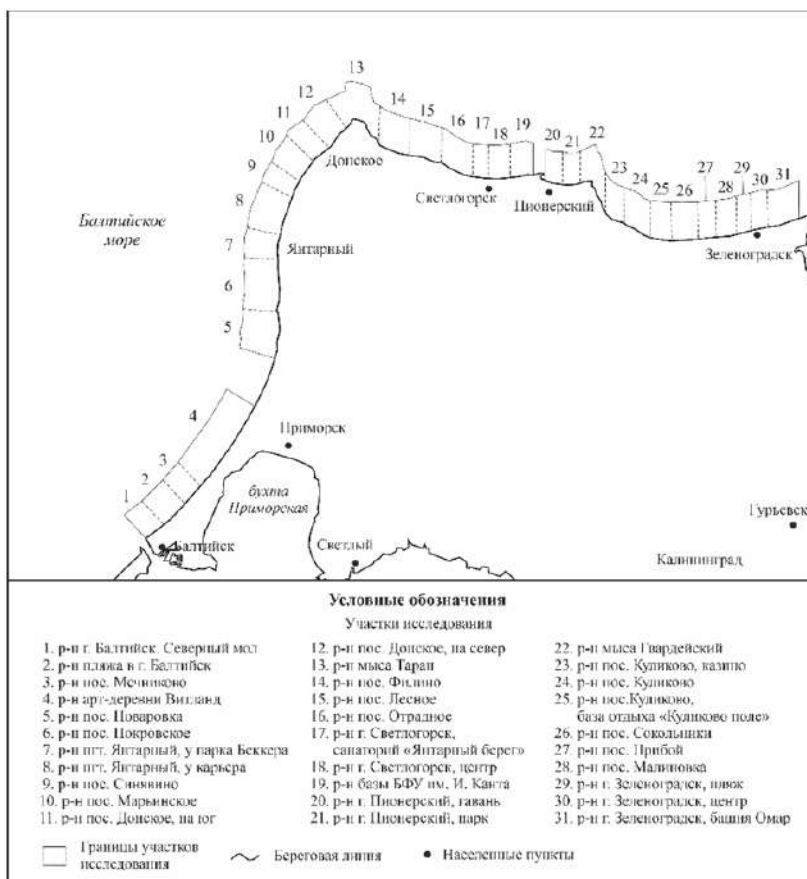


Рис. 1. Район исследования

В процессе полевых исследований морское побережье Самбийского полуострова было пройдено практически непрерывно от г. Зеленоградска до пос. Янтарного и точечными выездами от пос. Мечниково до пос. Покровского. По мере прохождения производилась фотофиксация фокусных точек, измерения и описание оцениваемых показателей на каждом участке.

Аттрактивность ландшафтов морского побережья Самбийского полуострова оценивалась по баллам на основе 25 показателей, выявленных с учетом природных особенностей ландшафтов морского побережья и характера их антропогенной трансформации и объединенных в пять блоков: «Рельеф», «Композиционное устройство с фокусных точек», «Растительность», «Туристско-рекреационная инфраструктура», «Геоэкологические характеристики» [10] (табл.). Выбор в исследовании метода балльной оценки обусловлен тем, что при анализе аттрактивности ландшафтов морского побережья учитывалось сочетание множественности как природных, так и рекреационных показателей.

Матрица оценки аттрактивности ландшафтов морского побережья

Показатель	Балл		
	1	2	3
<i>Рельеф</i>			
Характер рельефа	Плоский	Грядовый, холмистый	С резкими перепадами
Крутизна наветренного склона, °	<15	15 – 30	> 30
Ширина пляжа, м	<10	10 – 30	> 30
Тип пляжа	Галечно-песчаный (доля гальки > 50 %), галечный, валунный	Песчано-галечный (доля гальки < 50 %)	Песчаный с редким включением гальки
<i>Композиционное устройство с фокусных точек</i>			
Наличие доминанты	Отсутствует	Наличие доминанты	Наличие композиционного узла
Кулидность	Отсутствует	Односторонняя	Двусторонняя
Глубина перспектив	Сплошная	Одноплановый пейзаж	Многоплановый пейзаж
Доминирующая цветовая гамма	Серые, коричневые оттенки	Зелено-голубые оттенки	Зелено-голубые оттенки с включением контрастных цветов (красный, желтый)
Контрастность среды	Низкая	Средняя	Высокая
<i>Растительность</i>			
Доля древесно-кустарниковой растительности, %	> 60	< 30	30 – 60
Проективное покрытие почвенного покрова, %	< 10	10 – 50	> 50
Характер размещения древесно-кустарниковой растительности	Отдельно стоящие деревья и кустарники, редины	Небольшие древесно-кустарниковые группы	Массивы

Доминирующий тип растительности	Травянистая	Травяно-кустарниковая	Древесно-кустарниковая
<i>Туристско-рекреационная инфраструктура</i>			
Наличие объектов историко-культурного, природного и эстетического назначения	Отсутствуют или находятся в неудовлетворительном состоянии	–	Присутствуют
Наличие объектов размещения (глэмпинги, турбазы и т.д.), общественного питания	Отсутствуют	Присутствуют частично	Присутствуют в полном объеме
Наличие объектов транспортной инфраструктуры (парковки, велодорожки и т.д.)	Отсутствуют	Присутствуют частично	Присутствуют в полном объеме
Наличие объектов обслуживания (променад, общественные туалеты, раздевалки, лежаки и т.д.)	Отсутствуют	Присутствуют частично	Присутствуют в полном объеме
Степень доступности пляжной зоны	Отсутствуют оборудованные и удобные спуски	Отсутствуют оборудованные спуски, имеется возможность спуска на пляж	Присутствуют оборудованные спуски
Наличие дополнительных туристических услуг (аренда плавательного оборудования, сувениры, экскурсии, детские площадки)	Отсутствуют	Представлены в небольшом количестве	Представлены в широком ассортименте

Окончание табл.

Показатель	Балл		
	1	2	3
Геоэкологические характеристики			
Естественная захламленность пляжа (характер распределения)	Повсеместно	Рассеянно	Отсутствует или единично
Антропогенная загрязненность пляжа (характер распределения)	Повсеместно	Рассеянно	Отсутствует или единично
Запах и цвет воды	Устойчивый неприятный запах, вода черная, мутная или зеленоватая от водорослей	Слабый запах, вода взмучена	Наличие запаха не отмечается, вода полупрозрачная
Состояние растительности	Большое количество поврежденной растительности	Редко отмечаются поврежденные растения	Поврежденные растения не отмечаются
Наличие шумового загрязнения	Высокий уровень шума (стройка)	Средний уровень шума (речь, нетромякая музыка и т. д.)	Низкий уровень шума (умеренный ветер, волны, шелест листьев и т. д.)
Состояние авантюны / берегового уступа	С активными эрозийными / дефляционными процессами	С затухающими эрозийными / дефляционными процессами	Клиф не активен / авантюна стабильная



В основу матрицы оценки аттрактивности ландшафтов морского побережья положены количественные и качественные характеристики показателей. Показатели оценивались в баллах от 1 до 3, где 1 балл характеризует неудовлетворительные показатели, а 3 балла — отличные. По каждому участку исследования был выполнен подсчет суммы баллов в летний и зимний период.

На основе результатов оценки выделены 4 категории аттрактивности ландшафтов морского побережья:

- I категория (малопривлекательные участки) — 25—36 баллов;
- II категория (среднепривлекательные участки) — 37—49 баллов;
- III категория (высокопривлекательные участки) — 50—62 балла;
- IV категория (наиболее привлекательные участки) — 63—75 баллов.

Результаты

Анализ аттрактивности ландшафтов морского побережья Самбийского полуострова по каждому блоку параметров показал, что в блоке «Рельеф» наиболее высокие баллы получили участки от г. Балтийска до пос. Марьинского (широкие песчаные пляжи от 35 м и более) и от г. Пионерского до пос. Куликово (узкие, в среднем 10-метровые пляжи, но высокие береговые уступы более 15 м); наименьшие — участки от пос. Сокольники до г. Зеленоградска (слабохолмистый рельеф, высотой до 3 м; неширокие песчано-галечные пляжи до 20 м).

В блоке «Композиционное устройство с фокусных точек» высшие баллы получили четыре участка: «Район г. Светлогорска, центр», «Район г. Пионерского, гавань», «Район пос. Куликово, казино», «Район г. Зеленоградска, центр» (многоплановые пейзажи, с высокой контрастностью среды и доминирующей сине-зеленой цветовой гаммой с контрастными оттенками); низшие — участок «Район мыса Таран» (отсутствие глубины перспектив из-за высокого берегового уступа и узкого пляжа, а также сниженная цветовая гамма).

Высокие оценки в блоке «Растительность» получили большинство участков (23), так как они располагают значительной долей (до 60 %) древесно-кустарниковой растительности, расположенной массивами, а также имеют довольно высокое проективное покрытие напочвенного покрова (более 50 %); низкие — участки в районе пос. Донского (доля древесно-кустарниковой растительности менее 30 %, доминируют травы).

В блоке «Туристско-рекреационная инфраструктура» высшие баллы набрали участки «Район пгт Янтарный, у парка Беккера», «Район г. Светлогорска, центр», «Район г. Пионерского, гавань», «Район г. Зеленоградска, пляж», «Район г. Зеленоградска, центр» ввиду наличия полного спектра инфраструктуры; низшие — «Район пос. Поваровка», «Район пос. Покровского», «Район пос. Синявино», «Район мыса Таран», «Район пос. Лесного», так как здесь инфраструктура полностью отсутствует.

В блоке «Геоэкологические характеристики» высокие баллы получили участки, находящиеся у крупных населенных пунктов, где осу-

ществляется контроль за состоянием территории: «Район г. Балтийска. Северный мол», «Район пос. Поваровка», «Район пгт Янтарного, у парка Беккера», «Район г. Пионерского, гавань», «Район г. Пионерского, парк», «Район г. Зеленоградска, пляж», «Район г. Зеленоградска, центр»; низкие — участки, имеющие помимо активного берегового уступа и поврежденной растительности высокий уровень шумового загрязнения или высокую естественную захламленность (более 50 %): «Район мыса Таран», «Район пос. Филино», «Район мыса Гвардейского», «Район пос. Куликово».

Оценка аттрактивности ландшафтов морского побережья Самбийского полуострова по всему комплексу параметров показала, что к I категории не относится ни один участок, ко II — 8, к III — 20, к IV — 3 (рис. 2).

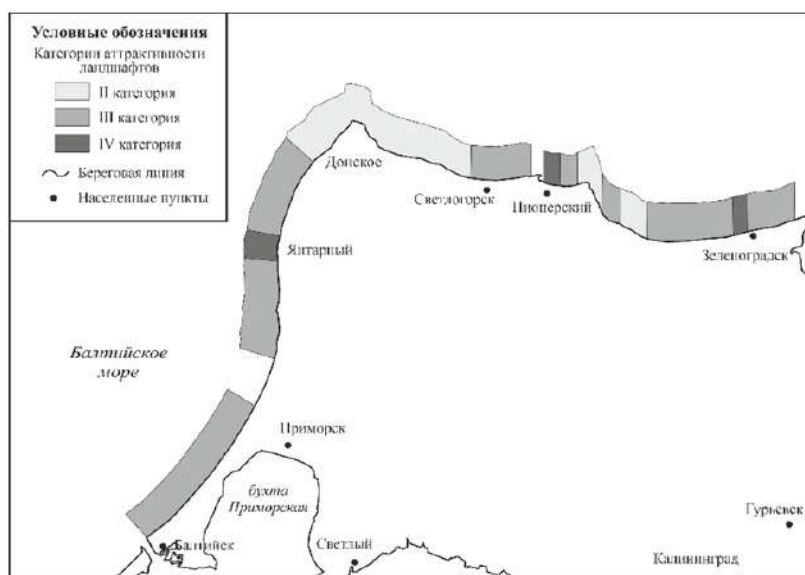


Рис. 2. Аттрактивность ландшафтов морского побережья Самбийского полуострова

Ко II категории отнесены 8 участков (~29,6 % протяженности исследуемой территории) (рис. 2), отличающихся в основном узкими галечными или валунными пляжами (ширина пляжа в среднем составляет 15–20 м), отсутствием туристско-рекреационной инфраструктуры, высоким процентом естественной захламленности (преимущественно более 30 %, однако на некоторых участках более 60 %), активными береговыми уступами (с осыпями и поваленными деревьями) и слабым композиционным устройством (из-за отсутствия доминанты, наличия сплошной перспективы и доминирования серых и песчаных оттенков цветовой гаммы). Ко II категории отнесены «Район пос. Куликово», «Район мыса Гвардейского», «Район пос. Донского, на юг», «Район пос. Донского, на север», «Район мыса Таран» (рис. 3), «Район пос. Филино», «Район пос. Лесного», «Район пос. Отрадного».



Рис. 3. Фокусная точка «Район мыса Таран»

К III категории отнесены 20 участков (~56,8 % протяженности исследуемой территории) (рис. 2) с преимущественно высокими показателями по блокам «Рельеф», «Растительность», «Геоэкологические характеристики». Участки отличаются широкими песчаными пляжами (в основном более 30 м), доминирующей древесной растительностью, расположенной массивами или крупными группами, высоким проективным покрытием напочвенного покрова (>50 %), небольшим количеством ТКО (присутствуют единично, представлены в основном мелким бытовым мусором), низким процентом естественной захламленности (в среднем около 30 % и менее). Низкие показатели отмечаются в блоках «Туристско-рекреационной инфраструктуры» и «Композиционного устройства»: практически полностью отсутствуют объекты обустройства (зонты, лежаки, общественные туалеты и др.) и дополнительные услуги, единично представлены объекты размещения и общественного питания (в основном на территориях, приближенных к крупным населенным пунктам: г. Балтийск, пгт Янтарный, г. Светлогорск, г. Зеленоградск), цветовая гамма преимущественно сине-зеленая, доминанта в основном отсутствует (за исключением участков у г. Светлогорска и г. Пионерского), глубина перспектив на большинстве участков многоплановая, однако 7 из 20 участков имеют одноплановую. К III категории относятся «Район г. Зеленоградска, башня Омар», «Район г. Зеленоградска, центр», «Район пос. Малиновка», «Район пос. Прибой», «Район пос. Сокольники», «Район пос. Куликово, Куликово поле», «Район пос. Куликово, казино», «Район г. Пионерского, парк», «Район базы БФУ им. И. Канта», «Район г. Светлогорска, центр», «Район г. Светлогорска, санаторий «Янтарный берег», «Район пос. Марьинского», «Район пос. Синявино», «Район пгт Янтарного, у карьера», «Район пос. Покровское», «Район пос. Поваровка» (рис. 4), «Район арт-деревни Витланд», «Район пос. Мечниково», «Район пляжа в г. Балтийске», «Район г. Балтийска. Северный мол».



Рис. 4. Фокусная точка «Район пос. Поваровка»

К IV категории отнесены три участка (~3,8 % протяженности исследуемой территории) (рис. 2), имеющих наиболее удачное сочетание природной аттрактивности и антропогенной освоенности: «Район г. Зеленоградска, пляж», «Район г. Пионерского, гавань», «Район пгт Янтарного, у парка Беккера» (рис. 5). Участки отличаются широкими песчаными пляжами (до 35 м в г. Зеленоградске, до 100 м в г. Пионерском, до 180 м в пгт Янтарном), многоплановой перспективой (за исключением участка в пгт Янтарном), сине-зеленой цветовой гаммой с контрастными оттенками, высокой контрастностью среды (5 и более слагающих фактур), оптимальной долей древесно-кустарниковой растительности (около 40–50 %), расположенной крупными группами, наличием объектов размещения и общественного питания (отели, гостиницы, рестораны и кафе), объектов обустройства пляжа (зонты, лежаки, кабинки для переодевания, урны, общественные туалеты и прочее), дополнительных туристических услуг (аренда плавательного спортивного оборудования, велосипедов, самокатов, платные детские площадки и др.), чистотой пляжей (естественная захламленность и антропогенная загрязненность низкие, представлены мелким растительным опадом и единичными экземплярами мелкого бытового мусора) и стабильной авандюной (закреплена растительностью или застроена).



Рис. 5. Фокусная точка «Район пгт Янтарного, у парка Беккера»

В результате перерасчета баллов на зимний период с учетом изменения пяти параметров, только два участка сменили категорию (с III на II): «Район г. Балтийска. Северный мол», «Район пос. Прибой». Смена категории произошла ввиду пограничной суммы «летних» баллов (50 у каждого участка) и снижению «зимних» до 49 (для участка в г. Балтийске) и 48 (у пос. Прибой). Остальные участки потеряли 1–2 балла и остались в пределах своих категорий.

В соответствии с результатами оценки аттрактивности ландшафтов морского побережья Самбийского полуострова, а также с учетом их природных, административных и инфраструктурных особенностей были выделены 4 типа приоритетности рекреационного развития территории района исследования с целью обеспечения разнообразия видов рекреационной деятельности с возможностью привлечения разных (по интересам) групп туристов (рис. 6).

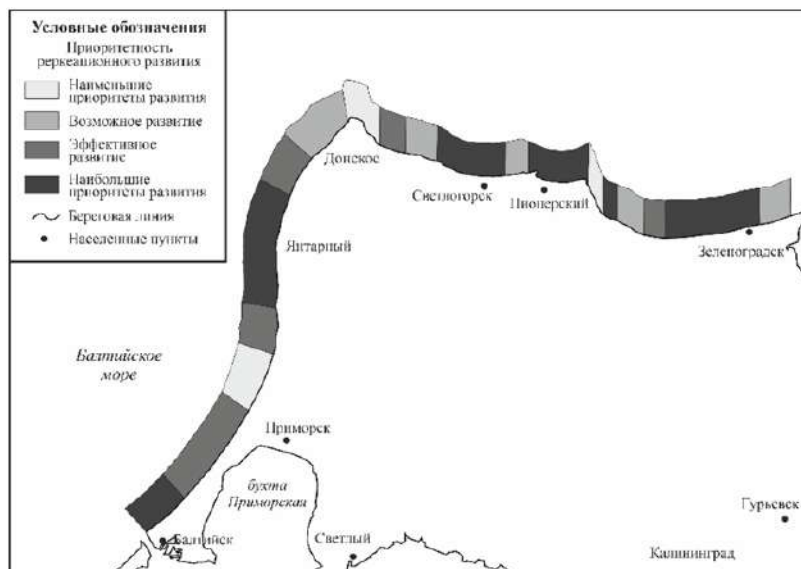


Рис. 6. Приоритетность развития рекреационной деятельности

К территориям с наименьшими приоритетами рекреационного развития (II категория аттрактивности) отнесены (рис. 6): пляжи военного полигона «Хмелевка»; часть берега м. Таран от валунного пляжа до пос. Филино, где находятся стратегический объект — маяк Брюстерорт и военная часть, а также присутствуют места гнездования птиц (бакланов); часть м. Гвардейского от смотровой площадки пос. Заостровье до игровой зоны казино, где также находятся места гнездования и обитания птиц (ласточки-береговушки, бакланы, лебеди, утки).

К территориям возможного рекреационного развития отнесены (рис. 6) участок м. Таран от валунного пляжа у маяка до самой узкой части берега на границе пос. Донского и пос. Марьинского; пляжи близ пос. Лесного; побережье г. Светлогорска у базы практик БФУ им. И. Кан-та; пляжи у пос. Куликово (24-й участок); пляж у г. Зеленоградска от здания федерации морского спорта (ул. Московская, 80а) до границы национального парка «Куршская коса». Территории находятся в пределах II и III категории аттрактивности. Развитие рекреации возможно, но будет сопровождаться рядом экономических проблем, а также может остаться невостребованным ввиду особенностей расположения и природных характеристик. Так, например, участки в пос. Донском и Лесном имеют высокие (более 25 м) и активные береговые уступы, что усложняет строительство спусков и не гарантирует их безопасность, также наличие малого количества спусков будет создавать неравномерную нагрузку на природные комплексы (отдыхающие будут располагаться преимущественно недалеко от них, а не распределяться по территории). Активные абразионные процессы могут угрожать безопасности рекреантов. Участок у базы практик БФУ им. И. Канта имеет галечные и валунные пляжи, подходящие в основном для прогулочного отдыха, достаточно высокий (около 10 м) береговой уступ с активными



абразионными процессами, что усложняет строительство спусков. При этом на данный момент участок ограничен с двух сторон строительством (морской порт в Пионерском и реконструкция променада в Светлогорске), но даже по завершении работ и после открытия территории он не сможет «конкурировать» с прибрежными зонами Светлогорска и Пионерского. Участок у пос. Куликово имеет небольшие перспективы развития в связи с затрудненной логистикой (из объектов транспортной инфраструктуры присутствует только велосипедная дорожка), особые аттрактивы для посещения отсутствуют: средний по ширине пляж (15 м), невысокий (4 м), но активный береговой уступ (много упавших и заваленных деревьев). Участок у г. Зеленоградска, несмотря на близость к крупному курортному городу, труден в освоении: изначально средний по ширине пляж (около 10 м) сильно сужается укрепленной валунами авандюной, что значительно сокращает места для отдыха. Также со стороны берега он ограничен крупным лесным массивом, переходящим в болото Свиное, а к северо-востоку граничит с национальным парком «Куршская коса». На данных территориях возможно развитие оздоровительно-спортивной и познавательной рекреационной деятельности.

К территориям эффективного рекреационного развития отнесены (рис. 6) участок от пляжа у пос. Мечниково до арт-деревни «Витланд» включительно; пляж у пос. Поваровка; пляжи у пос. Марьинского; пляжи Филинской бухты; пляж у базы отдыха «Куликово поле». Участки находятся в пределах III категории аттрактивности и в основном примыкают к зонам крупных курортных городов. Участок от пос. Мечниково до арт-деревни «Витланд» располагает широкими песчаными пляжами (от 30 до 50 м) и легким доступом к ним, несмотря на отсутствие оборудованных спусков, что упрощает возможность организации пляжного отдыха. Также близкое расположение населенных пунктов (пос. Мечниково, Павлово, Береговое) может способствовать быстрому развитию инфраструктуры. Участок у пос. Поваровка также обладает широкими пляжами (в среднем около 50 м) и легким доступом к ним, однако расположен достаточно далеко от населенных пунктов и не имеет собственной транспортной инфраструктуры, поэтому его развитие, несмотря на достаточно высокий потенциал, может быть реализовано либо для целей рекреационного экотуризма как полудикого пляжа, либо уже после достаточного освоения пляжей пос. Покровского как продолжения зоны. Участок пос. Марьинского имеет те же перспективы, однако здесь уже есть база глэмпинга, поэтому логичнее следовать стратегии развития этого участка как зоны экотуризма. Участок Филинской бухты уже пользуется большой популярностью у туристов за счет наличия красивой смотровой площадки и широкого пляжа, однако необходимо инфраструктурное оснащение территории (строительство парковки, ограждений, знаков, оборудованного спуска и др.) для предотвращения выездов автомобилей на пляж и общей разгрузки территории от недобросовестных отдыхающих. Участок базы отдыха «Куликово поле» за счет наличия широких пляжей (30 м) и небольшого лесного массива может получить дальнейшее развитие в виде либо



расширения базы отдыха, либо создания общей лесопарковой зоны при увеличении ближайших населенных пунктов. На данных территориях возможно развитие оздоровительно-спортивной, познавательной и лечебно-оздоровительной рекреационной деятельности.

К территориям с наибольшими приоритетами развития отнесены (рис. 6) пляжи г. Балтийска, пос. Покровского, пгт Янтарного, пос. Сиявино, г. Светлогорска, г. Пионерского, зона казино у пос. Куликово, пос. Сокольники, пос. Прибой, пос. Малиновка, г. Зеленоградск. Территории обладают высокой аттрактивностью и уже являются популярными местами отдыха. Их развитие будет оставаться в приоритете как «горячих точек туризма» с возможностью реализации всех видов рекреационной деятельности.

97

Заключение

В результате оценки аттрактивности ландшафтов морского побережья Самбийского полуострова 56,8 % исследуемой территории отнесено к III категории, 29,6 % — ко II категории, 3,8 % — к IV категории, I категория не выявлена. Участки, получившие одинаковые категории, имеют сходные черты. Так, например, ко II категории преимущественно относятся участки с узкими галечными пляжами, высоким процентом естественной захламленности, большим количеством поврежденной растительности и практически полным отсутствием инфраструктуры; III категории свойственны участки со слабым композиционным устройством и слабо развитой инфраструктурой, а участки IV категории имеют наиболее выгодное сочетание природной привлекательности и антропогенной освоенности. Полученные результаты обусловлены тем, что наиболее аттрактивными являются так называемые рубежные ландшафты, что связано с их значительным природным разнообразием.

В результате оценки аттрактивности ландшафтов были выделены участки с различной приоритетностью развития рекреации. Наибольший приоритет есть у крупных туристических городов и близлежащих территорий, средний — в районе необорудованных пляжей или со слабо развитой рекреационной инфраструктурой.

Список литературы

1. Андреева В.Л. Изучение разнообразия критериев эстетической оценки ландшафтов // Труды БГТУ. Сер. 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2021. №2 (246). С. 170–178. doi: 10.52065/2519-402X-2021-246-21-170-178. EDN: YXDAIM.
2. Бибеева А.Ю. Моделирование взаимосвязи пейзажно-эстетических качеств прибрежных ландшафтов // Известия Иркутского государственного университета. Сер. Науки о Земле. 2022. Т. 41. С. 37–48. doi: 10.26516/2073-3402.2022.41.37. EDN: CPTIPS.
3. Бибеева А.Ю., Макаров А.А. Применение ГИС для расчета комплексных показателей эстетической оценки ландшафтов // Известия Иркутского государственного университета. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 24. С. 17–33. doi: 10.26516/2073-3402.2018.24.17. EDN: XQRFKP.



4. Вдовюк Л.Н., Мотошина А.А. Методические приемы оценки эстетических свойств ландшафтов Тюменской области // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2013. №4. С. 58–66. EDN: QZKOJP.
5. Горбунова Т.Ю., Горбунов Р.В., Ключкина А.А. Оценка пейзажно-эстетической ценности ландшафтов Юго-Восточного Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2017. Т. 3 (69), №3, ч. 2. С. 237–249. EDN: YLMDUF.
6. Дирин Д.А. Пейзажно-эстетические ресурсы Усть-Коксинского района Республики Алтай и их рекреационное использование. Новосибирск, 2007. EDN: SWHCEB.
7. Калашишникова О.В. Пейзажеобразующее значение элементов ландшафтной структуры // Вестник Томского государственного университета. 2003. №3. С. 90–93.
8. Корф Е.Д. Методика определения геотуристической аттрактивности на примере междуречья рек Кызыл-Чин и Чаган-Узун // Вестник Национальной академии туризма. 2016. №4 (40). С. 89–94. EDN: XENNIX.
9. Кочуров Б.И., Буцацкая Н.В. Оценка эстетического потенциала ландшафта // Юг России: экология, развитие. 2007. №4. С. 25–34. EDN: JVWKYN.
10. Кузнецова А.С., Шаплыгина Т.В. Оценка аттрактивности ландшафтов морского побережья Самбийского полуострова // ХимБиоSeasons 2024 : сб. тезисов докладов X юбилейного всерос. форума молодых исследователей. Калининград, 2024. С. 271. EDN: SDORIA.
11. Лозбенева Э.А. Оценка эстетических свойств ландшафтов методами дистанционного зондирования при организации геопарков (на примере «Белоградчишских скал», Болгария) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 2024.
12. Назаров Н.Н., Постников Д.А. Оценка пейзажно-эстетической привлекательности ландшафтов Пермской области для целей туризма и рекреации // Известия Русского географического общества. 2002. Т. 134, вып. 4. С. 3–18.
13. Николаев В.А. Эстетическое восприятие ландшафта // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 1999. №6. С. 10–15.
14. Ротанова И.Н., Васильева О.А. Оценка эстетической привлекательности ландшафтов проектируемого природного парка «Предгорье Алтая» с применением геоинформационных технологий // Наука и туризм: стратегии взаимодействия. 2017. №7 (5). С. 29–36. EDN: YNZPXQ.
15. Фролова И.В., Якимова Л.В. Оценка эстетической привлекательности береговых геосистем водохранилищ // Географический вестник. 2016. №1 (36). С. 36–48. EDN: VQUCVJ.
16. Фролова М.Ю. Оценка эстетических достоинств природных ландшафтов // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 1994. №2. С. 27–33.
17. Хворостухин Д.П., Сизова А.Д. Разработка методики оценки аттрактивности обзорной точки с использованием ГИС-технологий // Современные проблемы территориального развития. 2017. №3. EDN: ZXHPCH.
18. Шеремет Э.А., Калущкова Н.Н., Дехнич В.С. Визуальные свойства ландшафтов и методы их оценки с применением ГИС (на примере Белоградчишских скал (Болгария)) // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2021. Т. 27. С. 191–204. doi: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-191-204. EDN: BFKVOS.
19. Эрингис К.И., Будрюнас А.-Р.А. Сущность и методика детального эколого-эстетического исследования пейзажей // Экология и эстетика ландшафта. Вильнюс, 1975. С. 107–159.
20. Ayad Y.M. Remote sensing and GIS in modeling visual landscape change: a case study of the northwestern arid coast of Egypt // Landscape and Urban Planning. 2005. Vol. 73, iss. 4. P. 307–325. doi: 10.1016/j.landurbplan.2004.08.002.



21. Casado-Arzuaga I., Onaindia M., Madariaga I., Verburg P.H. Mapping recreation and aesthetic value of ecosystems in the Bilbao Metropolitan Greenbelt (northern Spain) to support landscape planning // *Landscape ecology*. 2014. Vol. 29. P. 1393–1405. doi: 10.1007/s10980-013-9945-2.
22. Gosál A.S., Ziv G. Landscape aesthetics: Spatial modelling and mapping using social media images and machine learning // *Ecological Indicators*. 2020. Vol. 117. doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106638.
23. Hermes J., Albert C., Haaren C. Assessing the aesthetic quality of landscapes in Germany // *Ecosystem services*. 2018. Vol. 31. P. 296–307. doi: 10.1016/j.ecoser.2018.02.015.
24. Kalinauskas M., Mikša K., Inácio M. et al. Mapping and assessment of landscape aesthetic quality in Lithuania // *Journal of Environmental Management*. 2021. Vol. 286. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112239.
25. Kao Y., He R., Huang K. Deep aesthetic quality assessment with semantic information // *IEEE Transactions on Image Processing*. 2017. Vol. 26, iss. 3. P. 1482–1495. doi: 10.1109/TIP.2017.2651399.
26. Levering A., Marcos D., Tuia D. On the relation between landscape beauty and land cover: A case study in the U. K. at Sentinel-2 resolution with interpretable AI // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2021. Vol. 177. P. 194–203. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2021.04.020.
27. Petrova E.G., Aoki Y., Matsushima H. Comparing the visual perception and aesthetic evaluation of natural landscapes in Russia and Japan: cultural and environmental factors // *Progress in Earth and Planetary Science*. 2015. Vol. 2, №6. doi: 10.1186/s40645-015-0033-x.
28. Serrano Giné D., Pérez Albert M.Y., Palacio Buendía A.V. Aesthetic assessment of the landscape using psychophysical and psychological models: Comparative analysis in a protected natural area // *Landscape and Urban Planning*. 2021. Vol. 214. doi: 10.1016/j.landurbplan.2021.104197.
29. Tian X., Dong Zhe, Yang K., Mei T. Query-dependent aesthetic model with deep learning for photo quality assessment // *IEEE Transactions on Multimedia*. 2015. Vol. 17, №11. P. 2035–2048. doi: 10.1109/TMM.2015.2479916.
30. Tveit M.S., Ode Sang Å., Hagerhall C.M. Scenic beauty: Visual landscape assessment and human landscape perception // *Environmental psychology: an introduction*. 2018. P. 45–54. doi: 10.1002/9781119241072.ch5.
31. Van Marwijk R.B.M., Elands B.H.M., Kampen J.K. et al. Public perceptions of the attractiveness of restored nature // *Restoration Ecology*. 2012. Vol. 20, iss. 6. P. 773–780. doi: 10.1111/j.1526-100X.2011.00813.x.
32. Wartmann F.M., Frick J., Kienast F., Hunziker M. Factors influencing visual landscape quality perceived by the public. Results from a national survey // *Landscape and Urban Planning*. 2021. Vol. 208. doi: 10.1016/j.landurbplan.2020.104024.

Об авторах

Татьяна Владимировна Шаплыгина — канд. геогр. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: TSHaplygina@kantiana.ru

SPIN-код: 5854-5370

<https://orcid.org/0000-0002-6705-798X>

Анастасия Сергеевна Кузнецова — хранитель музейных предметов, Калининградский областной музей янтаря, Россия.

E-mail: soonlaterafter@mail.ru



Ирина Игоревна Волкова — канд. геогр. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: IVolkova@kantiana.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5126-9155>

T. V. Shaplygina¹, A. S. Kuznetsova², I. I. Volkova¹

**ATTRACTIVENESS OF LANDSCAPES AS A FACTOR
IN THE DEVELOPMENT OF RECREATIONAL NATURE
MANAGEMENT OF THE SAMBIA PENINSULA SEASHORE**

100

¹Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

²Kaliningrad Regional Amber Museum, Kaliningrad, Russia

Received 15 February 2025

Accepted 5 April 2025

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-5

To cite this article: Shaplygina T. V., Kuznetsova A. S., Volkova I. I., 2025, Attractiveness of landscapes as a factor in the development of recreational nature management of the Sambia Peninsula seashore, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №2. P. 84—100. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-5.

The development of domestic tourism in Russia requires the more active integration of recreationally significant territories into this sector. This fully applies to the Kaliningrad coast of the Baltic Sea, as evidenced by the increased volume of tourist flows in recent years. A comprehensive approach to assessing the attractiveness of areas located in the "land – sea" contact zone is proposed, based on a component-wise evaluation method using 25 indicators that reflect the natural characteristics of coastal landscapes and the degree of their anthropogenic transformation. The methodology was tested on 31 sections of the Sambia Peninsula's coastline. The analysis of their attractiveness revealed a predominance of areas with a high level of appeal (56.8% of the studied coastal length) and a complete absence of low-attractiveness territories. This indicates, on the one hand, the high recreational potential of the area and, on the other, the insufficient realization of this potential. Based on the assessment results, sections with varying priorities for recreational development have been identified.

Keywords: landscapes, attractiveness, recreational nature management, seashore, Sambia Peninsula

The authors

Dr. Tatiana V. Shaplygina, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: TSHaplygina@kantiana.ru

SPIN-код: 5854-5370

<https://orcid.org/0000-0002-6705-798X>

Anastasia S. Kuznetsova, museum curator, Kaliningrad Regional Amber Museum, Russia.

E-mail: soonlaterafter@mail.ru

Dr. Irina I. Volkova, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: IVolkova@kantiana.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5126-9155>

Ш. Абдо, Ю. В. Королева

**ОЦЕНКА АТМОСФЕРНОГО ОСАЖДЕНИЯ ЦИНКА
В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
БОКОПЛОДНЫХ ВИДОВ МХОВ**

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

Поступила в редакцию 26.02.2025 г.

Принята к публикации 10.04.2025 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-6

101

Для цитирования: Абдо Ш., Королева Ю. В. Оценка атмосферного осаждения цинка в Калининградской области с использованием бокоплодных видов мхов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2025. №2. С. 101–116. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-6.

Исследование направлено на изучение атмосферного осаждения цинка на территории Калининградской области с использованием биомониторинга. В качестве биоиндикаторов выбраны мхи видов *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens*, собранные в 2020 г. Основной целью работы стала оценка пространственного загрязнения атмосферного воздуха цинком в регионе и выявление источников его поступления. Для анализа содержания металла в образцах мхов применялся метод эпителового нейтронно-активационного анализа. Полученные данные обработаны с использованием статистических методов и моделирования обратных траекторий воздушных масс. Результаты показали, что концентрации цинка во мхах значительно варьировались, достигая максимальных значений в южной и центральной частях региона. Сравнение с данными 2015 г. выявило увеличение уровня накопления цинка на 46 %. Установлено, что основными источниками загрязнения являются как локальные промышленные объекты, так и трансграничный перенос воздушных масс из Европы, особенно в условиях преобладания юго-западных ветров.

Ключевые слова: мхи-биомониторы, нейтронно-активационный анализ, цинк, атмосферное загрязнение, трансграничный перенос, Калининградская область

Введение

Атмосферные загрязнители, в том числе тяжелые металлы (ТМ), остаются глобальной экологической проблемой, требующей комплексного научного анализа. В фокусе современных исследований наряду с изучением аэрозолей и парниковых газов (озон, оксиды азота, диоксид серы) особое внимание уделяется ТМ — свинцу, кадмию и цинку, которые характеризуются высокой устойчивостью в окружающей среде и способностью к биоаккумуляции. Цинк, например, играет двойственную роль: в низких концентрациях он участвует в физиологических процессах растений (повышение устойчивости к абиотическим стрес-



сорам, таким как засуха и гипотермия) и животных (регуляция репродуктивных функций), однако его избыток провоцирует оксидативный стресс, системное воспаление и дисфункцию органов у человека [1].

Тяжелые металлы, включая цинк, поступают в водные экосистемы через речной и подземный сток [2], промышленные сточные воды, а также в результате деятельности портовых сооружений и судоходства. Значительный вклад в загрязнение среды вносят противообрастающие краски, содержащие цинк и используемые для покрытия корпусов судов. Их выщелачивание приводит к высвобождению металла в морскую воду [3; 4]. Дополнительным источником является атмосферное осаждение: металлы, переносимые осадками, вовлекаются в биогеохимические циклы, а затем повторно попадают в воздух прибрежных зон за счет испарения и эрозии [5]. Ключевым аспектом экологической оценки выступает не только наличие цинка в этих процессах, но и его концентрация. Повышенные уровни накопления металла создают кумулятивный эффект, нарушая баланс экосистем и представляя риск для здоровья человека, что подчеркивает необходимость мониторинга и регулирования антропогенных выбросов.

Несмотря на то что на территории Калининградской области отсутствуют крупные промышленные кластеры, локальные антропогенные выбросы цинка (например, от автотранспорта, малых производственных предприятий или объектов энергетики) могут вносить заметный вклад в загрязнение атмосферы. Однако ключевой фактор, определяющий антропогенную нагрузку тяжелыми металлами в регионе, — его уникальное географическое положение. Будучи полуанклавом, окруженным промышленно развитыми территориями Европы (включая горнодобывающие районы Польши, энергетические комплексы Германии и металлургические центры Скандинавии), регион подвержен интенсивному трансграничному переносу загрязнителей. Этот процесс усиливается преобладающими западными и юго-западными воздушными массами, которые переносят частицы ТМ на значительные расстояния.

Роль трансграничного атмосферного переноса как доминирующего источника загрязнения ТМ в юго-восточной части Балтийского моря подтверждается комплексом исследований. Например, работы [6; 7] демонстрируют корреляцию между промышленными выбросами в Центральной Европе и концентрациями металлов в прибрежных экосистемах Калининграда. Более того, моделирование, проведенное В. Ю. Топчей и В. А. Чечко, выявило, что до 60–70 % атмосферных осадений цинка в регионе имеют антропогенное происхождение, что подчеркивает критическую зависимость локальной экологической ситуации от глобальных атмосферных процессов [5].

Для мониторинга атмосферных загрязнений применяются методы прямых измерений, моделирования дисперсии и биоиндикации. Биоиндикация с использованием бриофитов (мхов) представляет собой эффективный инструмент оценки атмосферного осаждения металлов благодаря их морфофизиологическим особенностям: отсутствию кутикулы и корневой системы, способности поглощать элементы непосред-



ственно из воздуха, а также широкому распространению. Концентрации микроэлементов в тканях мхов коррелируют с уровнем атмосферного осаднения мхов, что делает эти организмы надежными биоиндикаторами [8]. В исследованиях часто используются виды бокоплодных мхов (например, *Pleurosium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Hypnum cupressiforme*), характерные для конкретных экосистем [9; 10].

В России методы биомониторинга с применением мхов успешно реализуются в различных регионах, включая северо-западные территории (Ленинградская область, Кольский полуостров, Карелия), Южный Урал [11] и Центральную Россию [12; 13]. В Калининградской области мониторинг атмосферного осаднения микроэлементов с использованием мхов проводится с 1994 г. в рамках программы *ICP Vegetation*, с периодичностью раз в пять лет [14]. Данные, полученные в 2020 г., включены в общеевропейский атлас атмосферных осаднений ТМ.

Для идентификации источников и траекторий переноса загрязнителей широко применяется моделирование обратных воздушных траекторий с использованием программы HYSPLIT. Этот метод позволяет реконструировать пути перемещения воздушных масс и определять потенциальные регионы — источники загрязнения, что особенно актуально для оценки трансграничного вклада. Интеграция данных биомониторинга с результатами HYSPLIT-моделирования повышает точность интерпретации пространственного распределения загрязнителей [15].

Цель исследования — оценка атмосферного осаднения и пространственного распределения цинка на территории Калининградской области в 2020 г. на основе данных биомониторинга с использованием бокоплодных мхов. Результаты сопоставляются с показателями 2015 г., а также с данными аналогичных исследований в России и Европе за 2020 г. [16–20].

Объект и методы исследования

Калининградская область Российской Федерации (КО РФ), будучи эксклавом, окруженным территориями Европейского союза, характеризуется сложным сочетанием ландшафтно-топографических особенностей, влияющих на пространственное распределение тяжелых металлов. Регион преимущественно равнинный (0–50 м над уровнем моря), с возвышенностями на юге (Вармийская — 101 м) и юго-востоке (Виштынецкая — 230 м), а также польдерными низменностями на севере. Исследования демонстрируют, что аккумуляция ТМ коррелирует с геоморфологией: холмисто-моренные урочища с фрагментированными лесами и распаханые озерно-ледниковые равнины выступают зонами повышенного осаднения загрязнителей, тогда как крупные сосновые массивы минимизируют их концентрацию [21].

Основными предприятиями, которые осуществляют выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории региона, являются ОАО «Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь», ООО «Лукойл — Калининградморнефть», Калининградская ТЭЦ, ОАО «Балт-

кран», ЗАО «ЖБИ-1», «ЖБИ-2», ОФО «Силикатстром», ООО «Томас Бетон», ООО «ВестСтайлПрофи», ОАО «Калининградский тарный комбинат», НПО «Рыбтехцентр», ОАО «Калининградский морской торговый порт», ФГУП «Калининградский морской торговый порт», ООО «Калининградгазавтоматика».

Образцы мхов *Pleurosim schreberi* и *Hylocomium splendens* (трехлетний прирост) были отобраны в августе – октябре 2020 г. на 33 равномерно распределенных площадках Калининградской области (рис. 1) в соответствии с протоколом программы *ICP Vegetation*, регламентирующим плотность сети пробоотбора $\geq 1,5$ образцов/1000 км² (для региона – 33 точки, что превышает минимальный порог в 13 точек). Для минимизации локальных антропогенных воздействий площадки располагались на открытых участках (50×50 м), удаленных от транспортных магистралей (≥ 300 м от автострад, ≥ 100 м от грунтовых дорог) и вне зоны влияния древесного полога. Выбор количества точек учитывал ландшафтную структуру региона: низкую лесистость (16 %), высокую долю сельхозугодий (> 50 %) и урбанизированных территорий, что согласуется с критериями репрезентативности пробоотбора.

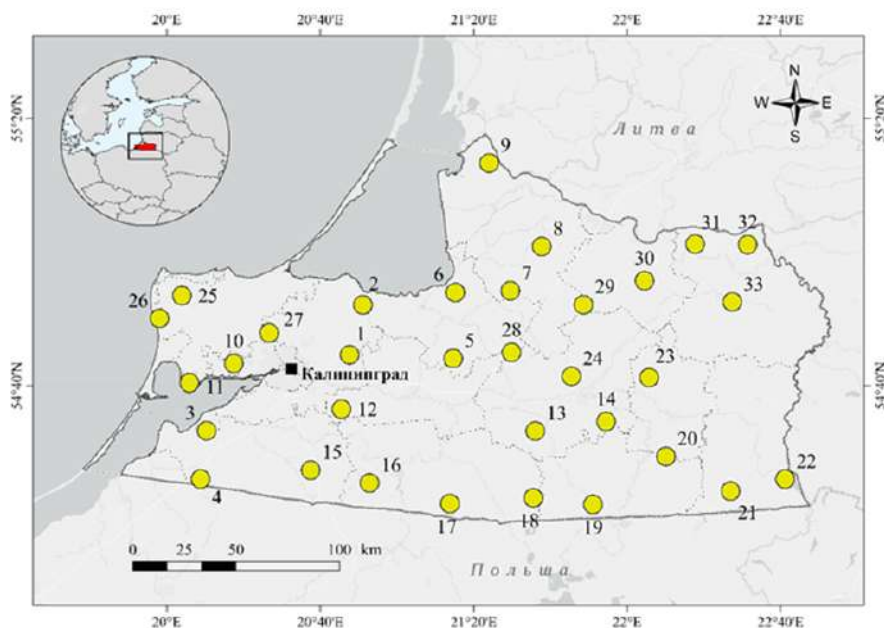


Рис. 1. Схема пробоотбора видов мхов в Калининградской области

После ручного сбора образцы помещались в полиэтиленовые пакеты, очищались от механических примесей, высушивались при 40 °С и упаковывались в бумажные пакеты для дальнейшего анализа в соответствии с руководством *ICP Vegetation* [2020]. Определение содержания тяжелых металлов, включая цинк, проводилось методом эпитеплового нейтронно-активационного анализа (ЭНАА) на реакторе ИБР-2 (ОИЯИ, г. Дубна). Образцы массой ~0,3 г измельчались и разделялись: для ко-



роткоживущих радионуклидов использовалась полиэтиленовая фольга, для долгоживущих — алюминиевые контейнеры. После облучения количественный анализ элементов выполнялся методом гамма-спектрометрии с германиевым детектором [22].

Для визуализации пространственного распределения содержания цинка в мхах на территории Калининградской области была построена карта распределения с использованием программного пакета ArcGis Pro 2.8.0. Статистическая обработка результатов, включая вычисление описательных статистик, коэффициента корреляции и проверку нормальности распределения, была проведена с использованием программных продуктов MS Excel и SPSS Statistica 23.0. Обратные траектории воздушных потоков, рассчитанные с использованием гибридной сингл-частицы лагранжевой интегрированной траектории (HYSPLIT) модели, помогли оценить наиболее вероятные пути загрязнителей и выявить их потенциальные источники. Анализ этих траекторий позволяет определить происхождение и направления переноса атмосферных загрязнителей.

105

Результаты и обсуждение

Массив экспериментальных данных (2020) по содержанию цинка в зеленых частях бokoплодных мхов обработали с помощью инструмента «описательная статистика», определили основные характеристики (табл. 1). Сравнив данные с аналогичными результатами за 2015 г., установили наличие в каждой из выборок значений, которые «выпадают» из совокупности, то есть превышают среднее значение на удвоенную величину стандартного отклонения ($C_{\text{средн}} \pm 2S$) [23]. В дальнейшем из каждой выборки эти значения исключили — 98,8 мг/кг (2015) и 243 мг/кг (2020), полагая, что это аномальные результаты. Содержание цинка во мхах в 2020 г. в среднем выше, чем в 2015-м, различие это значимо, что было подтверждено однофакторным дисперсионным анализом ($p < 0,05$, $F > F_{\text{крит}}$). Без учета аномальных значений разница в накоплении цинка также очевидна, что подтверждается расчетами.

Таблица 1

Статистический анализ содержания цинка (мг/кг сухой массы)
в образцах мхов (2015, 2020)

Статистика	2015	2015 без аномальных значений	2020	2020 без аномальных значений
Среднее	35,7	33,73	52,2	46,19
Стандартная ошибка	2,25	1,12	6,32	2,15
Медиана	32,7	32,5	42,0	41,8
Стандартное отклонение	12,9	6,34	36,3	12,17
Дисперсия выборки	167	40,2	1317	148
Минимум	19,5	19,5	31,9	31,9
Максимум	98,8	47	243	81



Окончание табл. 1

Статистика	2015	2015 без аномальных значений	2020	2020 без аномальных значений
Коэффициент вариации, %	36,2	18,8	69,6	26,3
Эксцесс	18,3	0,0008	25,6	1,93
Асимметричность	3,79	0,404	4,82	1,35
Асимптотическая значимость (2-сторонняя) критерий Кол- могорова — Смирнова	0,000	0,200	0,000	0,025
Число проб	33	32	33	32

106

Медианное значение как с учетом аномальных величин, так и без него меньше среднего, следовательно, распределение цинка во мхах на территории Калининградской области характеризуется в основном концентрациями выше 30 мг/кг в 2015 г. и 40 мг/кг в 2020 г. Аномальное содержание цинка, установленное в южной части региона на границе с Республикой Польша, зафиксировано в одном и том же месте в 2015 и 2020 гг. Характер распределения выборочной совокупности проверили с использованием непараметрического критерия Колмогорова — Смирнова.

Расчетная значимость выборочных совокупностей с учетом аномальных значений показала невозможность отнесения выборок за 2015 и 2020 гг. к нормальному распределению. Но при исключении максимального значения из выборок распределение становится нормальным ($p > 0,05$) или близким к нему. Этот вывод подтверждают асимметричность и эксцесс. У нормальной выборочной совокупности эти величины должны быть равны нулю. В нашем случае имеется правосторонняя асимметрия, которая подтверждает преобладание в выборке повышенных концентраций цинка.

Коэффициент вариации составляет 36 % в 2015 г. и 69 % в 2020 г. Исключив аномальные значения, получаем однородную выборку с преобладанием концентраций цинка в пределах средних значений и выше (соответственно 18 и 26 %). Среднее и медианное значение содержания цинка во мхах в 2020 г. выше по сравнению с аналогичными показателями 2015 г. более чем на 40 %. Учитывая суммарное содержание по всем мониторинговым участкам, можно утверждать, что уровень загрязнения Калининградской области увеличился на 46 %, а без учета аномальных значений — на 37 %. Значения остаются в пределах допустимых норм, при этом средняя концентрация цинка составляет 50–55 мг/кг [23].

Максимальная концентрация цинка 98,8 мг/кг установлена в 2015 г. в Правдинском районе, в лесном массиве, расположенном на Вармийской возвышенности, вблизи государственной границы с Польшей. На этом же участке в 2020 г. также было зафиксировано максимальное значение — 243 мг/кг, что практически в 2,5 раза выше предыдущего уровня. Максимумы цинка на этом участке подтверждаются предыдущими исследованиями, который показывают тенденцию к увеличению



уровня цинка за 25-летний период начиная с 1994 г. Повышенный уровень цинка был выявлен и на других участках: к северо-западу от областного центра, к северо-востоку от Черняховска, а также на побережье Калининградского залива (южнее Калининграда) с содержаниями соответственно 79, 81 и 62 мг/кг.

Калининградская область входит в 10 регионов с высоким показателем количества автомобилей на душу населения. Автотранспорт вносит преимущественный вклад в валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу, удельный вес которого оценивается в 83 % [24]. Область представляет собой регион с развитым сельским хозяйством. На сегодняшний день земли сельскохозяйственного назначения занимают больше половины территории (52,9 %).

По соотношению промышленности и сельского хозяйства в 2020 г. на территории Калининградской области выделяются сельскохозяйственные районы: Гвардейский МО, Краснознаменский МО, Неманский МО, Нестеровский МО, Озерский МО, Полесский МО, Правдинский МО; промышленные районы: Балтийский ГО, Мамоновский ГО, Советский ГО, Черняховский МО; смешанные районы: Багратионовский МО, Гурьевский МО, Гусевский ГО, Зеленоградский МО, Ладушкинский ГО, Пионерский ГО, Светлогорский ГО, Славский МО, Янтарный ГО. Смешанные районы выделяются в связи с наличием в них промышленности, развитой рекреации, а также сельского хозяйства (рис. 2). Большая часть выбросов от промышленных предприятий и агрокомплексов приходится на центральную часть региона и Самбийский (Калининградский) полуостров [24].



Рис. 2. Ранжирование территории Калининградской области по типу хозяйственной деятельности

В соответствии с пространственной картой распределения (рис. 3) цинк интенсивнее накапливается мхами в западной части Калининградской области, вблизи промышленных центров региона. Это объясняется не только более высоким уровнем урбанизации, но и климатическими и ландшафтными особенностями региона. Пятна с повышенным содержанием цинка в районе областного центра и второго по значимости опорного транспортного узла региона — г. Черняховска свидетельствуют о влиянии локальных источников загрязнения, таких как промышленные предприятия и транспорт. Для прибрежной зоны высокое содержание цинка обусловлено характером производств, расположенных в акватории Калининградского и Куршского заливов, Балтийского моря.

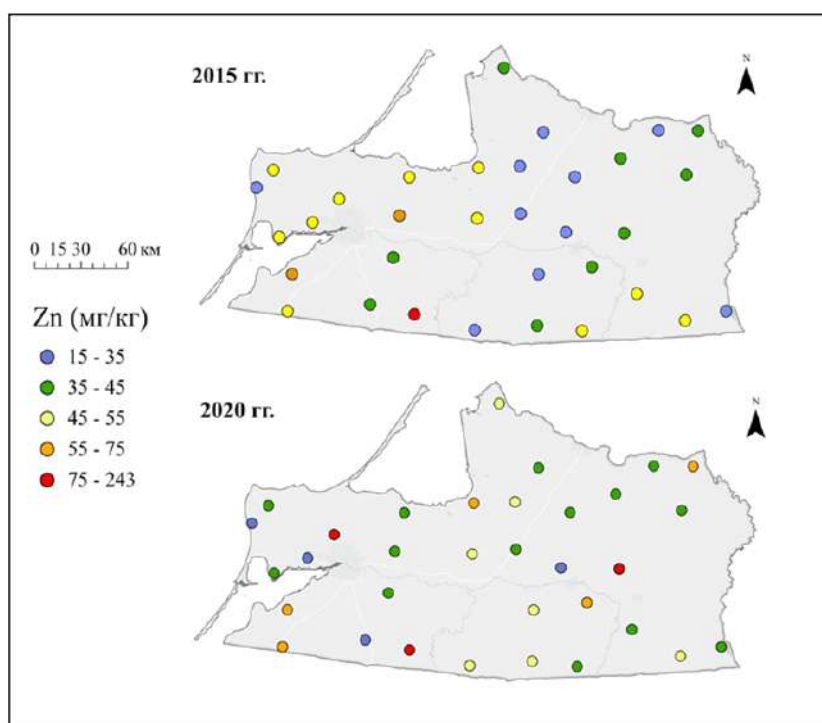


Рис. 3. Содержание цинка в мхах на территории Калининградской области в 2015 и 2020 гг.

Аккумуляция цинка мхами зависит от ряда факторов: естественно-го фона, трансграничного переноса, локальных источников загрязнения, выщелачивания растительности и океанического аэрозоля, который имеет большое значение для Балтийского региона. Содержащиеся в океанических аэрозолях ионы (Na^+ , K^+ , Cl^-) влияют на поглощающую и удерживающую способность мхов, поэтому необходимо учитывать этот факт при оценке содержания микроэлементов во мхах и оценки степени загрязнения территории прибрежной зоны [25].



Концентрация цинка во мхах западного побережья (пос. Янтарный) составила 32 мг/кг, увеличиваясь в северо-восточном (пос. Красноторовка) и юго-восточном (г. Светлый) направлениях на 30 %. Основной вклад в распределение атмосферных выпадений загрязняющих веществ вносят юго-западные и южные ветры, на долю которых приходится свыше 50 % повторяемости. Основные тренды и характерные особенности содержания цинка, как и других загрязняющих веществ, соответствуют этим переносам [26; 27].

Наиболее высокие значения цинка установлены в южной части региона, вдоль польской граница с запада на восток, они чередуются с низкими концентрациями. Южная граница РФ проходит по Вармийской и Вишневецкой возвышенностям, максимальные концентрации цинка наблюдаются на повышенных элементах рельефа 57, 243, 53, 52 мг/кг, на меньших высотах уровень накопления металла снижается до 32–35 мг/кг. Таким образом, можно говорить о своеобразных «ветровых коридорах», которые способствуют дальнейшему перемещению потока загрязняющих веществ без концентрирования их на наветренных склонах даже небольших возвышенностей [14]. В направлении от южной границы формируется тренд в северо-восточном направлении до Вислинского залива с постепенным понижением уровня цинка до 50 мг/кг.

К ландшафтным факторам добавляется влияние трансграничного атмосферного переноса. Осаждение ТМ на территории Калининградской области может быть обусловлено преобладающими ветрами, которые переносят загрязняющие вещества на большие расстояния от промышленных и сельскохозяйственных предприятий Европы.

Локализация загрязнения внутри территории вне «ветрового коридора», скорее всего, связана с влиянием местных источников. В центральной части региона, в Черняховском районе (второй по значимости промышленный район), наблюдается высокий уровень цинка во мхах (81 мг/кг) в юго-восточном направлении от города, что с учетом преобладающих направлений ветра обусловлено деятельностью промышленно-индустриального комплекса города. Примечательно, что в северо-западном направлении уровень накопления цинка мхами составляет всего 34 мг/кг.

На северо-востоке региона в Краснознаменском районе также отмечается высокий уровень цинка — 56 мг/кг. В Краснознаменском районе развито сельское хозяйство, и источником загрязнения может быть как ветровой перенос пылевых частиц с пашен, так и трансграничный перенос с территории соседнего государства.

Повышенное содержание цинка на Самбийском (Калининградском) полуострове связано с воздействием местных источников: машино-, судостроение, судоремонт, производство строительных материалов, высокий трафик. Очевидно, что одна из причин, приведших к увеличению загрязнения, — это рост уровня промышленности региона в последнее десятилетие.



Сравнение массива данных по содержанию цинка во мхах в 2015 и 2020 гг. выявило существенные отличия в уровне накопления этого металла. Средняя и медианная концентрации цинка в образцах мха за 2015 г. соответственно составили 35,7 и 32,7 мг/кг, что ниже средней концентрации этого элемента в 2020 г. (52,2 и 42,0 мг/кг), в процентном отношении повышение составило 46 и 28 %. На площадках пробоотбора в среднем произошло статистически значимое увеличение концентрации. Коэффициент корреляции (по Пирсону) между накоплением цинка в мхах за 2015 и 2020 гг. составил $r^2=0,87$ ($p=0,01$). Это указывает на относительно однородное увеличение загрязнения по всей территории региона, вызванное внешними факторами. Количество атмосферных осадков за трехлетний период увеличилось на 10 % в 2020 г. по сравнению с 2015 г. [28]. Содержание цинка в аномальной точке (образец №16) в районе границы с Польшей увеличилось с 98 мг/кг в 2015 г. до 243 мг/кг в 2020 г., что составляет рост в 2,5 раза. В зоне влияния областного центра концентрация цинка выросла в 1,8 раза, в центральной части региона, к северо-востоку от г. Черняховска — в 2,5 раза, на северо-востоке области, в приграничной с Литвой зоне — в 1,7 раза.

Сравнение медианных значений содержания цинка в образцах мха Калининградской области с результатами аналогичных исследований, проведенных в других регионах России и за рубежом в 2020 г., установило, что уровень накопления цинка в Калининградской области на 26 % ниже по сравнению с Московской областью, при этом в 1,5 раза выше, чем в Республике Крым, и в 1,35 раза выше накопления этого элемента мхами на территории Косово и Метохии (табл. 2). Данные по аналогичному исследованию в Молдове сопоставимы с результатами по Калининградской области: без учета аномальной пробы установлено, что диапазон варьирования концентрации цинка во мхах и медианные значения находятся примерно на одном уровне.

Таблица 2

Сравнение значений содержания цинка (мг/кг)
с результатами аналогичных исследований в России и других странах в 2020 г.

Регион	Количество образцов	Медиана	Диапазон	Ссылка
Калининградская область, 2020	33	42	31,9–243	Текущее исследование
Калининградская область, 2015	33	32,7	19,5–98,8	[21; 26]
Московская область, 2020	156	57	1,3–145	[16]
Горный Крым, 2020	26	27,3	14,5–52,3	[17]
Латвия, 2020	103	30,6	19,6–50,1	[18]
Автономный край Косово и Метохия, 2020	45	31	20–150	[19]
Молдова, 2020	41	39	25–86	[20]



Для Юго-Восточной Балтики, где расположена Калининградская область, характерны юго-западный перенос воздушных масс, сильная циклональная активность [29], высокая влажность и большое количество осадков. Это приводит к тому, что трансграничные потоки атмосферного воздуха «разряжаются» над территорией региона, вымывая загрязняющие вещества из приземного воздуха. Далее действие юго-западных потоков ослабевает и уровень загрязнения в регионах, расположенных севернее Калининградской области, уже зависит от наличия местных источников загрязнения. Эту версию подтверждает мониторинг накопления тяжелых металлов в Латвии: медианное значение цинка в бокоплодных видах мхов на 27 % ниже, чем в Калининградской области, диапазон варьирования составляет от 30,5 до 50,1 мг/кг. В Калининградской области максимальный уровень накопления значительно выше, причем на концентрацию более 50 мг/кг приходится 36 % всех проб.

111

Наблюдаемое большее содержание цинка в юго-западной части Калининградской области, в частности в точках 3, 4 и 16, позволило выдвинуть гипотезу о возможном влиянии на загрязнение региона трансграничного переноса с территории Польши. Для дальнейшего подтверждения этой гипотезы был проведен всесторонний анализ обратных траекторий воздушных масс, достигающих точки отбора с максимальным содержанием цинка в приграничной с Польшей зоне. Этот анализ охватывал трехлетний период с 2018 по 2020 г. (соответствующий трехлетнему периоду роста мха). Целью расчета обратных траекторий воздушных масс было выявление возможных источников и путей загрязняющих веществ в аномальной точке. Выбор этого конкретного места для исследования был основан на нескольких ключевых факторах, прежде всего на выявлении высоких концентраций цинка на южной границе, что указывает на его потенциальную загрязненность. Географическая близость к границе с Польшей делает это место удобным для изучения влияния трансграничного переноса загрязняющих веществ.

Обратные траектории воздушных масс, достигающих места отбора проб, были рассчитаны с использованием модели HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) от NOAA (Национальное управление океанических и атмосферных исследований США) с помощью TrajStat в Meteoinfo [32]. В модели HYSPLIT использовались сеточные метеорологические данные NOAA из Глобальной системы ассимиляции данных (GDAS-1) с 23 вертикальными уровнями от 1000 до 20 гПа и горизонтальным разрешением 1° по широте $\times 1^\circ$ по долготе в глобальном домене.

Воздушные массы рассчитывались для каждого года с 2018 по 2020 г., общее время пробега для каждой обратной траектории в HYSPLIT составляло 72 ч с прибытием воздушной массы на точку каждые 3 ч, чего обычно достаточно для исследования влияния дальнего и трансграничного переноса загрязняющих веществ из соседних стран. В данном исследовании для расчетов HYSPLIT была выбрана высота прибытия

воздушной массы 500 м над уровнем земли, так как крупномасштабное движение атмосферных аэрозольных масс в основном происходит в пограничном слое атмосферы.

Анализ атмосферной циркуляции выявил доминирующую роль западных и юго-западных воздушных масс (58 % траекторий, рис. 4, кластеры 1 и 4), переносящих загрязнители из промышленных центров Германии (металлургия) и Польши (угольные ТЭЦ). В Польша уголь обеспечивает 78 % электроэнергии [33]. При сжигании угля металлы, в том числе цинк, адсорбируются на частицах PM_{2.5}/PM₁₀ и транспортируются на сотни километров. Взаимодействие с SO₂ и NO_x усиливает кислотное осаждение и биодоступность металлов, а устойчивые аэрозоли обеспечивают дальний перенос [23].

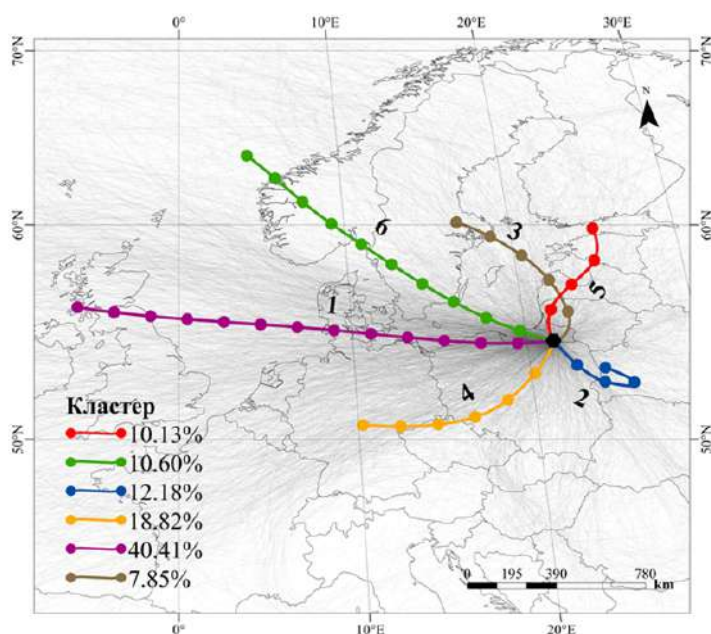


Рис. 4. Кластеризация 72-часовых обратных траекторий в Калининградской области (2018–2020)

Восточные и северные ветра (42 % траекторий, рис. 4, кластеры 2–3), приносящие воздух из менее промышленных регионов (Беларусь, Прибалтика), вносят меньший вклад. Однако в периоды инверсий они способствуют накоплению локальных выбросов, повышая риски в урбанизированных зонах.

Выводы

По данным мониторинга 2020 г., аккумуляция цинка бокоплодными мхами (*P. schreberi* и *H. splendens*) увеличилась на 46 % по сравнению с 2015 г. Средняя и медианная концентрации цинка составили 52,2 и



42,0 мг/кг соответственно. Рост загрязнения отмечался во всех исследуемых районах региона, что подтверждается сравнением с предыдущими исследованиями: концентрация цинка во мхах статистически значимо увеличилась на всей территории Калининградской области. Наиболее выраженный рост наблюдается в зоне влияния областного центра и г. Черняховска и на северо-востоке области, в приграничных с Литвой районах. Промышленные объекты региона наряду с трансграничным переносом загрязняющих веществ являются ключевыми источниками цинка в атмосферном воздухе.

Максимальные уровни накопления цинка зафиксированы в юго-западной части региона вблизи Калининградского залива. Повышенные концентрации также выявлены в Багратионовском районе, на участке, расположенном в 14 км от границы с Польшей.

Преобладание юго-западных и южных ветров (58 % воздушных масс) способствует переносу цинка в регион. Многочисленные исследования подтверждают, что трансграничный атмосферный перенос тяжелых металлов остается значимым фактором загрязнения окружающей среды в Калининградской области.

Список литературы

1. Vučković I., Špirić Z., Stafilov T., Kušan V. Biomonitoring of air pollution with zinc in Croatia studied by moss samples and ICP-AES // Contributions, Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences. 2017. Vol. 33 (1-2). doi: 10.20903/CSNMBS.MASA.2012.33.1-2.34.
2. Михневич Г.С., Кречик В.А., Крек А.В., Данченков А.Р. Транспорт тяжелых металлов с подземным стоком в Балтийское море // Балтийский морской форум : матер. VIII Международного Балтийского морского форума : в 6 т. Калининград, 2020. Т. 3. С. 157–163. EDN: SIAAQP.
3. Siudek P. Chemical composition and source apportionment of ambient PM_{2.5} in a coastal urban area // Northern Poland Chemosphere. 2024. Vol. 356. 141850. doi: 10.1016/j.chemosphere.2024.141850.
4. Maljuštenko I., Hassellöv I.-M., Eriksson M. et al. Modelling spatial dispersion of contaminants from shipping lanes in the Baltic Sea // Marine Pollution Bulletin. 2021. Vol. 173. Part A. doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112985.
5. Топчая В.Ю., Чечко В.А. Формирование потоков гетерогенных атмосферных выпадений в береговой зоне юго-восточной части Балтийского моря // Успехи современного естествознания. 2023. №2. С. 65–75. doi: 10.17513/use.38000. EDN: QRYWAD.
6. Ruoho-Airola T., Eilola K., Savchuk O. P. et al. Atmospheric nutrient input to the baltic sea from 1850 to 2006: A reconstruction from modeling results and historical data // Ambio. 2012. Vol. 41(6). P. 549–557. doi: 10.1007/S13280-012-0319-9/FIGURES/3.
7. Siudek P., Falkowska L., Brodecka A. et al. Mercury in precipitation over the coastal zone of the southern Baltic Sea, Poland // Environmental Science and Pollution Research. 2015. Vol. 22, №4. P. 2546–2557. doi: 10.1007/S11356-014-3537-9/TABLES/4.
8. Rühling Å. Atmospheric Heavy Metal Deposition in Europe: estimation based on moss analysis. Nordic Council of Ministers, 1994.
9. Berg T., Royset O., Steinnes E. Moss (*Hylocomium splendens*) used as biomonitor of atmospheric trace element deposition: estimation of uptake efficiencies // Atmospheric Environment. 1995. Vol. 29, №3. P. 353–360.



10. Onianwa P.C. Monitoring atmospheric metal pollution: a review of the use of mosses as indicators // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2001. Vol. 71. P. 13–50.
11. Смирнов Л.И., Фронтасьева М.В., Стейннес Э. и др. Многомерный статистический анализ концентрации тяжелых металлов и радионуклидов во мхах и почве Южного Урала // *Атомная энергия*. 2004. №97 (1). С. 68–74.
12. Ermakova E.V., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S. et al. Air pollution studies in Central Russia (Tver and Yaroslavl Regions) using the moss biomonitoring technique and neutron activation analysis // *Journal of Atmospheric Chemistry*. 2004. Vol. 49 (1-3). P. 549–561. doi: 10.1007/S10874-004-1265-0.
13. Вергель К.Н., Фронтасьева М.В., Каманина И.З., Павлов С.С. Биомониторинг атмосферных выпадений тяжелых металлов на северо-востоке Московской области с помощью метода мхов-биомониторов // *Экология урбанизированных территорий*. 2009. №3. С. 88–95. EDN: KYFGGX.
14. Королева Ю.В. Биоиндикация атмосферных выпадений тяжелых металлов на территории Калининградской области // *Вестник Российского государственного университета им. И. Канта*. 2010. №7. С. 39–44. EDN: MSYOOH.
15. Draxler R.R., Hess G.D. An overview of the HYSPLIT_4 modelling system for trajectories // *Australian meteorological magazine*. 1988. Vol. 47, №4. P. 295–308.
16. Vergel K., Zinicovskaia I., Yushin N. et al. Moss Biomonitoring of Atmospheric Pollution with Trace Elements in the Moscow Region, Russia // *Toxics*. 2022. Vol. 10, №2. doi: 10.3390/TOXICS10020066/S1.
17. Nekhoroshkov P., Peshkova A., Zinicovskaia I. et al. Assessment of the Atmospheric Deposition of Heavy Metals and Other Elements in the Mountain Crimea Using Moss Biomonitoring Technique // *Atmosphere*. 2022. Vol. 13, №4. P. 573. doi: 10.3390/ATMOS13040573.
18. Tabors G., Brūmelis G., Nikodemus O. et al. Decreased atmospheric deposition of heavy metals in Latvia shown by long-term monitoring using the moss *Pleurozium schreberi* // *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. Vol. 30, №41. P. 94361–94370. doi: 10.1007/S11356-023-28922-X.
19. Paçarizi M., Stafilov T., Šajn R. et al. Estimation of Elements' Concentration in Air in Kosovo through Mosses as Biomonitoring // *Atmosphere*. 2021. Vol. 12, №4. P. 415. doi: 10.3390/ATMOS12040415.
20. Zinicovskaia I., Chaligava O., Yushin N. et al. Moss Biomonitoring of Atmospheric Trace Element Pollution in the Republic of Moldova // *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2022. Vol. 82, №3. P. 355–366. doi: 10.1007/S00244-022-00918-7.
21. Королева Ю.В., Пухлова И.А. Новые данные о биоконцентрировании тяжелых металлов на территории Балтийского региона // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки*. 2012. №1. С. 99–106. EDN: OPMULH.
22. Frontasyeva M.V. Neutron activation analysis in the life sciences // *Physics of Particles and Nuclei*. 2011. Vol. 42, №2. P. 332–378. doi: 10.1134/S1063779611020043.
23. Беус А.А. Геохимия окружающей среды. М., 1976.
24. Alloway B.J. Heavy metals and metalloids as micronutrients for plants and animals. Heavy metals in soils. Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability. Springer, 2013. P. 195–209. doi: 10.1007/978-94-007-4470-7_7.
25. Об экологической обстановке в Калининградской области в 2020 году : государственный доклад. Разд. 2. Атмосферный воздух. Калининград, 2021.
26. Berg T., Royset O., Steinnes E. Moss (*Hylocomium splendens*) used as biomonitor of atmospheric trace element deposition: estimation of uptake efficiencies // *Atmospheric Environment*. 1995. Vol. 29, №3. P. 353–360.



27. Reizer M., G. Orza J. Identification of PM10 air pollution origins at a rural background site // E3S Web Conf. 2018. Vol. 28. P. 1031.

28. Abdo S., Koroleva Y. Seasonal Characteristics of Long-Range Transport and Potential Associated Sources of Particulate Matter (PM10) Pollution at the Station Elk, Poland, on 2021–2022 Data // Geography, Environment, Sustainability. 2023. Vol. 16, №3. P. 92–101.

29. Анамян А.С., Королева Ю.В., Алексеёнок Ю.В. Биомониторинг тяжелых металлов на территории Калининградской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. №12–2 (102). С. 25–31. doi: 10.23670/IRJ.2020.102.12.038. EDN: QGQQDE.

30. Булыгина О.Н., Коршунова Н.Н., Разуваев В.Н. Специализированные массивы данных для климатических исследований // Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных. 2014. Вып. 177. С. 136–148. EDN: GTIUSM.

31. Баранова Г.М. Калининградская область. Климат. Калининград, 2002.

32. Wang Y.Q. Meteoinfo: GIS software for meteorological data visualization and analysis // Meteorological Applications. 2014. Vol. 21, №2. P. 360–368.

33. Eurostat Coal production and consumption statistics // Eurostat. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Coal_production_and_consumption_statistics (дата обращения: 15.01.2025).

Об авторах

Шияр Абдо – аспирант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: abdosheyar@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4343-7689

Юлия Владимировна Королева – канд. геогр. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: yu.koroleff@yandex.ru

SPIN-код: 6276-7017

ORCID: 0000-0001-7612-4454

Sh. Abdo, Yu. V. Koroleva

ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC ZINC DEPOSITION IN THE KALININGRAD REGION USING AMPHIPOD MOSS SPECIES

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Received 26 February 2025

Accepted 10 April 2025

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-6

To cite this article: Abdo Sh., Koroleva Yu.V., 2025, Assessment of atmospheric zinc deposition in the Kaliningrad Region using amphipod moss species, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №2. P. 101–116. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-6.

This study focuses on investigating atmospheric zinc deposition in the Kaliningrad Region using biomonitoring methods. The moss species Pleurozium schreberi and Hylocomium splendens, collected in 2020, were selected as bioindicators. The primary aim of the study was



to assess the spatial distribution of atmospheric air pollution by zinc in the region and to identify its sources. Epithermal neutron activation analysis was used to determine the metal content in the moss samples. The obtained data were processed using statistical methods and backward air mass trajectory modeling. The results indicated that zinc concentrations in the mosses varied significantly, reaching maximum values in the southern and central parts of the region. A comparison with 2015 data revealed a 46% increase in zinc accumulation levels. The study established that the main sources of pollution include both local industrial facilities and transboundary transport of air masses from Europe, particularly under prevailing southwesterly winds.

Keywords: moss biomonitors, epithermal neutron activation analysis, zinc, atmospheric pollution, transboundary transport, Kaliningrad Region

The authors

Sheyar Abdo, Baltic Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: abdosheyar@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4343-7689

Dr Yulia V. Koroleva, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: yu.koroleff@yandex.ru
SPIN-код: 6276-7017
ORCID: 0000-0001-7612-4454

**Е. А. Севостьянова, А. В. Ляхов
Н. А. Цупкиова, А. С. Меньшенин**

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОТЛОВИН
МАЛЫХ ВОДОЕМОВ КАЛИНИНГРАДА
НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ ПРУДОВ ЛЕТНЕГО И ЗИМНЕГО**

Калининградский государственный технический университет,
Калининград, Россия

Поступила в редакцию 02.03.2025 г.

Принята к публикации 12.04.2025 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-7

117

Для цитирования: Севостьянова Е. А., Ляхов А. В., Цупкиова Н. А., Меньшенин А. С. Морфометрические особенности котловин малых водоемов Калининграда на примере системы прудов Летнего и Зимнего // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2025. №2. С. 117 – 129. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-7.

Рассматриваются морфометрические характеристики системы водоемов Летний – Зимний Калининграда как факторы, потенциально способные оказывать влияние на экологическое состояние малых искусственных водоемов. По результатам гидроакустической съемки, проведенной при помощи программно-аппаратного комплекса «АсКор», в ходе которой в реальном режиме времени осуществлялась совместная фиксация информации о текущей глубине и географических координатах исследуемого участка дна, впервые построены карты рельефа дна прудов. Были определены основные морфометрические показатели: площадь водной поверхности, форма котловины и объем заключенной в ней водной массы, длина и коэффициент изрезанности береговой линии, ширина, глубины (средняя и максимальная), площадь водосборного бассейна, показатель удельного водосбора и др. Исследованные водоемы относятся к прудам-копаням, отличаются небольшими размерами, малыми глубиной и площадью водосборного бассейна. Отмечено, что в подобных экосистемах могут наблюдаться кратковременные колебания водности и гидрохимических характеристик, обусловленные как природными (атмосферные осадки, грунтовые воды), так и антропогенными факторами (регулирование стока). Подчеркивается, что сохранение благоприятных экологических условий в водоемах возможно в случае грамотного благоустройства с учетом особенностей морфологии котловины, биогенной нагрузки, поступающей с территории водосборного бассейна.

Ключевые слова: морфометрические характеристики, батиметрия, рельеф дна, пруд Летний, пруд Зимний

Введение

Многообразие функций водоемов, расположенных на городской территории, обусловлено их ролью в качестве элемента эколого-природного каркаса и хозяйственно-бытовой, культурологической, эстети-



ческой и научно-образовательной значимостью в жизни горожан. При городском планировании водные объекты обычно предназначаются для рекреационных целей, достижению которых часто препятствует отсутствие правильно организованной системы управления водоемами и их эксплуатации. Вызываемая этим деградация экосистем приводит к необходимости проведения комплекса биоинженерных мероприятий по их экологической реабилитации с учетом знания особенностей водных объектов, которые на настоящий момент для многих существующих малых водоемов, новообразованных карьеров и копаней отсутствуют [6; 7].

Изучение состояния водоемов при их очистке и благоустройстве является важным этапом планирования и реализации любого проекта. Морфометрические параметры водоемов влияют на происходящие внутри толщи воды гидрохимические и биологические процессы, определяя особенности термического режима, стратификации и перемешивания вод, газообмена. Эти составляющие, в свою очередь, определяют особенности изменения качества воды, продуктивности водоемов и их дальнейшую способность к самоочищению [13 – 19].

Система, состоящая из прудов Летнего и Зимнего, расположена в южной части Калининграда, в районе ул. Судостроительной и Летней. Координаты центров водоемов: 54.67590 с.ш., 20.48775 в.д. (пруд Летний), 54.6799 с.ш. 20.4911 в.д. (пруд Зимний).

Пруды имеют искусственное происхождение. Их возникновение связано с работой пивоваренного завода «Ponarth», постройка которого началась в 1849 г. Пруды Хубертуса и Лебединый (названия прудов Летнего и Зимнего в довоенный период истории Калининграда) использовали для заготовки льда для охлаждения пива. Со временем они стали местами отдыха горожан и утратили прямое назначение. Несмотря на явное антропогенное происхождение, калининградцам водоемы известны как озера Летнее и Зимнее. Пруды составляют единую систему, соединенную каналом МПО-5а. Воды прудов через канал попадали в реку Товарную – левобережный приток р. Преголи, главной водной артерии города.

В 2019 г. на пруду Летнем проводилась реконструкция береговой зоны. За время работ было выполнено берегоукрепление и обустройство окружающей территории, однако в план не входила очистка самого ложа. Проведенные мероприятия не остановили ухудшение качества воды, на что регулярно обращают внимание местное население и региональные власти. После благоустройства южная протока, по которой воды канала попадали в пруд Летний, была перекрыта, что с течением времени привело к понижению уровня воды. На данный момент связь с каналом восстановлена и регулируется задвижным механизмом, обеспечивающим возможность пополнения водоема водами канала.

В настоящее время остро стоит необходимость проведения дополнительных работ по улучшению состояния канала МПО-5а и системы прудов Летнего и Зимнего. Данные по морфометрии водных объектов в дальнейшем могут быть использованы для планирования комплекса восстановительных мероприятий.



Модели и методы

В работе использовались данные гидроакустической съемки, проводившейся в апреле 2022 г. до начала активного периода вегетации (табл. 1). На момент съемки связь между прудом Летним и каналом МПО-5а была приостановлена. Для съемки использован эхолот Lowrance HDS-16 на базе комплекса «AsCor», который позволяет записывать данные о глубинах вместе с пространственной привязкой в режиме реального времени. Во время съемки лодка двигалась по схеме галсов по типу меандра.

Таблица 1

119

**Основные показатели гидроакустической съемки
прудов Летнего и Зимнего в 2022 г.**

Показатель	Пруд	
	Летний	Зимний
Общее количество точек глубин, зарегистрированных во время гидроакустической съемки	5841	3431
Доля отбракованных измерений, %	4,3	3,6
Количество качественных измерений	5589	3307

На основании полученных данных была выполнена обработка в среде электронных таблиц Excel и специализированных программах (Golden Software Surfer) и (ArcGIS) для выявления ошибок и искажений в записях.

Интерполяция величин глубин для построения цифровой модели рельефа дна была произведена при помощи программного обеспечения Golden Software «Surfer» с использованием метода «Крикинг».

За время съемки были зафиксированы 5841 и 3431 точек глубин для Летнего и Зимнего соответственно, из которых доля отбракованных измерений составила 4,3 и 3,6 %.

Результаты и обсуждение

Ретроспективный анализ карт за 1907–2023 гг. показал, что пруд Летний стал меньше — в основном из-за скругления юго-восточного берега пруда. Преобразилась и северная часть водоема: выполнена засыпка северного канала, отводившего воды к пивоварне. На его месте сейчас располагаются корпуса городской больницы. Современные очертания пруд Летний приобрел в 1940-х гг. (рис. 1).

Очертания пруда Зимнего, напротив, изменялись мало. На Фарусплане 1907 г. не отображен канал МПО-5а, впервые он появляется на карте «Kreis Königsberg i. Pr. mit Samland» 1928 г. Предположительно свое начало канал берет в районе окружной дороги, образуя русловой водоем — озеро Пеньковое, на месте которого до середины прошлого столетия на картах отмечалось болото.

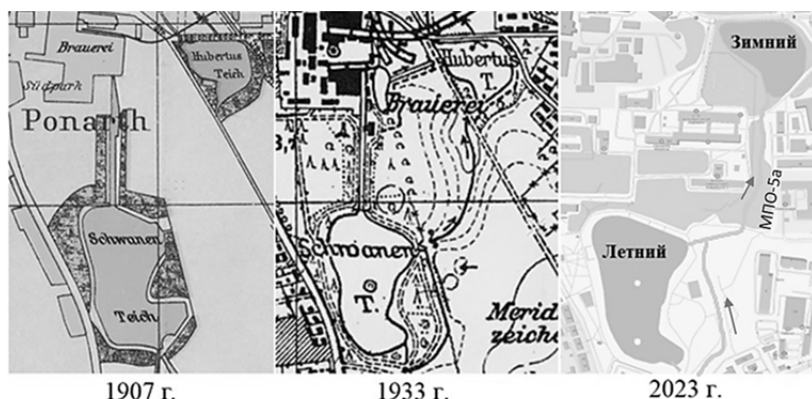


Рис. 1. Изменение очертаний прудов Летнего и Зимнего [12]

Пруд Зимний также сооружен непосредственно на канале МПО-5а. Связь канала через небольшие соединительные протоки с прудом Летним на момент работ практически полностью утрачена.

Морфологические особенности водоемов в значительной степени обусловлены происхождением их котловин. В таблице 2 приведены основные морфометрические характеристики исследованных водных объектов.

Таблица 2

Основные морфометрические параметры прудов Летнего и Зимнего

Показатель	Пруд	
	Летний	Зимний
Длина, км	0,30	0,17
Ширина средняя, км	0,10	0,09
Ширина максимальная, км	0,16	0,12
Площадь водной поверхности, га (без учета островов)	3,1	1,5
Глубина средняя, м	0,7	1,3
Глубина максимальная, м	1,2	1,8
Объем воды, тыс. м ³	21,0	18,0
Протяженность береговой линии, км	0,8 (без островов)	0,5
Изрезанность береговой линии	1,3	1,2
Коэффициент удлиненности	2,9	1,9
Коэффициент глубинности	0,02	0,05
Форма озерной котловины	Полуэллипсоид	Полуэллипсоид
Площадь водосборного бассейна, га	Около 5 (без канала МПО-5а)	Около 4 (с учетом канала МПО-5а)
Удельный водосбор	1,6	2,5

Существующее многообразие водоемов позволяет классифицировать их по размеру, однако единой точки зрения относительно критериев и четкого определения малого водоема до сих пор не существует [2; 8]. Кроме того, все чаще поднимаются вопросы по терминологическому отнесению водных объектов и их типизации [1; 10; 15; 16].

В. М. Широков и И. И. Кирвель [11] относят подобные пруды в Беларуси (с объемом вод до 100 тыс. м³) к малым. По средней глубине [4] пруды Летний и Зимний очень малые, по максимальной — водоемы с очень малой глубиной. Нормативные документы [3] предлагают следующую классификацию водоемов по морфометрическим признакам: пруды Летний и Зимний — малые водоемы, с малым объемом вод и очень малой максимальной глубиной. Небольшие водоемы имеют, естественно, более высокую концентрацию биогенных веществ в воде и отложениях, чем более крупные системы (например, озера), их уровень продуктивности преимущественно варьируется в пределах от мезотрофного до эвтрофного или гиперэвтрофного. Некоторые типы городских прудов особенно богаты биогенными веществами, например пруды, принимающие поверхностные сточные воды, в том числе ливневые, мелководные, хорошо прогреваемые, перенаселенные рыбой, или пруды, являющиеся местом обитания больших популяций птиц. Часто аккумуляция биогенных веществ является результатом перекармливания птиц горожанами [16].

Коэффициент емкости котловины обоих прудов характеризует их форму как полуэллипсоидную. Такая форма водоемов широко распространена в Калининграде [5; 9]. Согласно коэффициенту удлинённости, пруды округлые, пруд Зимний — ближе к овальной форме. Береговая линия исследуемых водоемов слабоизрезанная, высота берегов до 3 м (у Летнего — меньше).

Пруд Летний — мелководный водоем. Глубины, в большинстве своем не достигающие 1 м, в южной и центральной частях увеличиваются плавно (рис. 2). Глубина пруда является благоприятной для развития водно-болотной растительности. Установлено, что большинство надводных растений произрастает там, где глубина воды составляет менее 0,6–0,8 м [16].

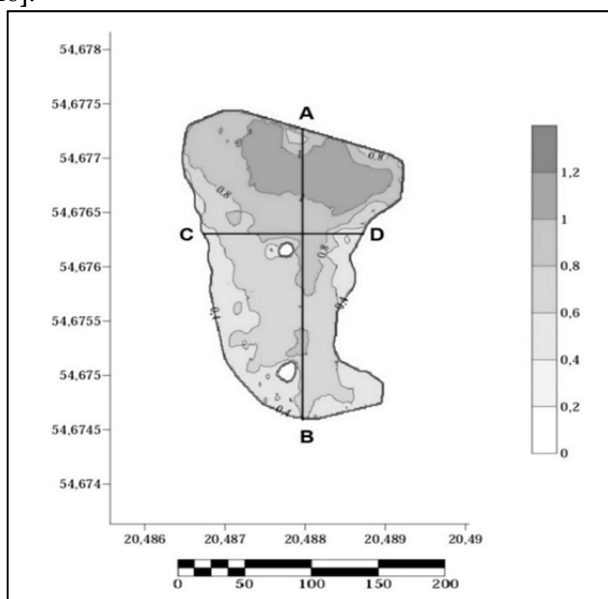


Рис. 2. Батиметрическая карта пруда Летнего

Крутизна подводного берегового склона по линии АВ достигает 5° . Северная часть пруда имеет чуть большие глубины, особенно на северо-востоке, где обнаружена максимальная отметка (1,2 м). По линии CD крутизна менее 2° (рис. 3). Эта зона расположена около моста, под которым воды Летнего в периоды повышения уровня воды соединяются протокой с каналом МПО-5а. В годы стояния пониженного уровня, когда связь между прудами была нарушена (вследствие перекрытия питания из канала МПО-5а), углубление в рельефе дна совпадало с направлением вытекавшего водотока. В пруду имеются два небольших острова, являющихся пристанищем для многочисленных водоплавающих птиц.

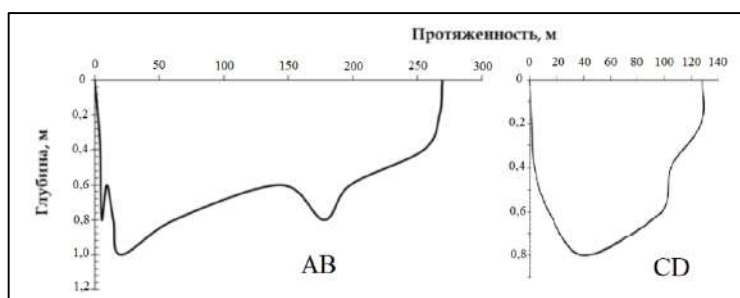


Рис. 3. Батиметрические профили пруда Летнего

Пруд Зимний несколько глубже Летнего. Глубины в нем достигают 1,8 м. Большие глубины также характерны для северной части. Наименьшие глубины отмечаются на юге, в месте впадения вод канала МПО-5а, и в западной стороне пруда (рис. 4).

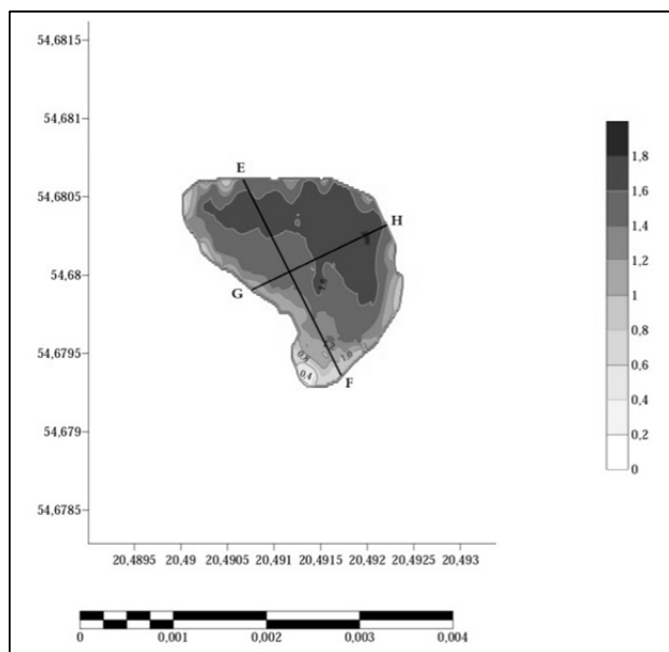


Рис. 4. Батиметрическая карта пруда Зимнего



Глубины здесь изменяются так же плавно, как и в южной части Летнего. Остальные склоны Зимнего имеют больший уклон — до 16° в месте перелива вод Зимнего в канал, который далее забирается в трубу. В среднем по остальным частям водоема уклон около $5-7^\circ$ до глубин 1,5 м.

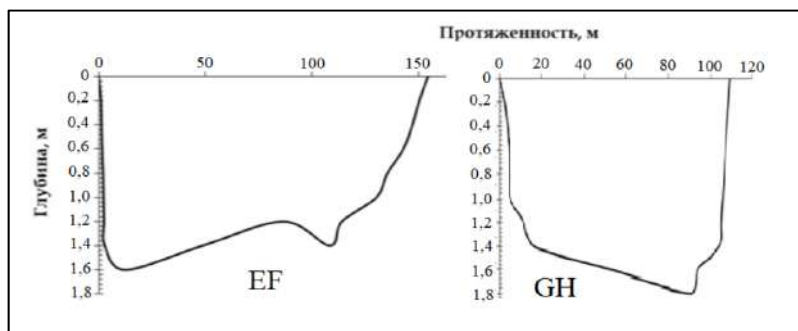


Рис. 5. Батиметрические профили пруда Зимнего

В связи с отмиранием активно развивающейся высшей водной растительности дно покрыто слоем илистых отложений в обоих водоемах.

В пруду Летнем преобладают глубины до 0,6 м, в Зимнем — до 1,2 м. В Летнем объем воды между изобатами линейно уменьшается с глубиной. В пруду Зимнем изменения объема и площади указывают на равномерное распределение воды по глубинам как у берега, так и на глубине около 1 м, которая здесь занимает большую площадь, чем в Летнем. Это позволяет Зимнему пруду иметь схожий с Летним объем воды, несмотря на меньшую площадь поверхности (рис. 6).

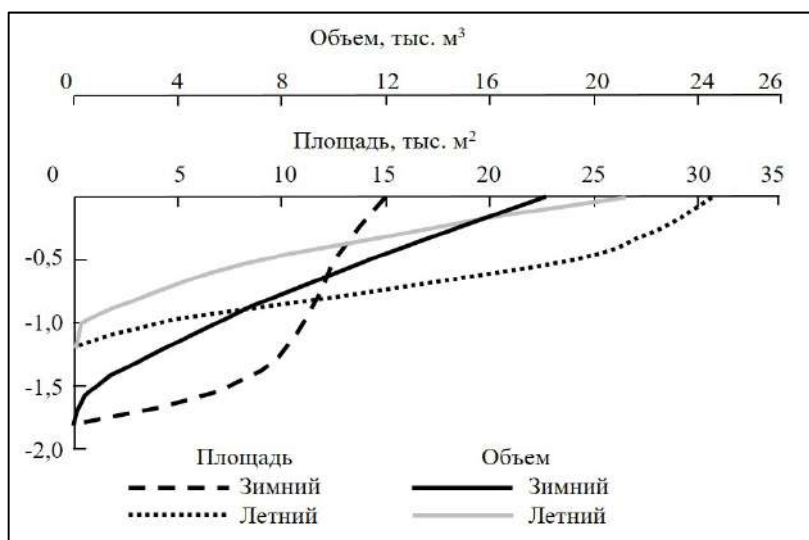


Рис. 6. Батиграфические кривые прудов Зимнего и Летнего

Несмотря на сходство морфометрических характеристик водоемов, они отличаются гидрологическим режимом. Пруд Зимний проточный, его водный баланс, гидрохимические параметры сильно зависят от водности канала МПО-5а. По площади водосборного бассейна пруд Летний можно отнести к категории очень малых, его водность связана с режимом грунтовых вод, атмосферных осадков, а также с искусственным регулированием посредством задвижного механизма. Бассейн с запада ограничен ул. Летней, на севере — городской больницей, на юге — жилой застройкой, на востоке — каналом МПО-5а и фактически совпадает с зеленой зоной отдыха, организованной на берегу пруда (рис. 7).

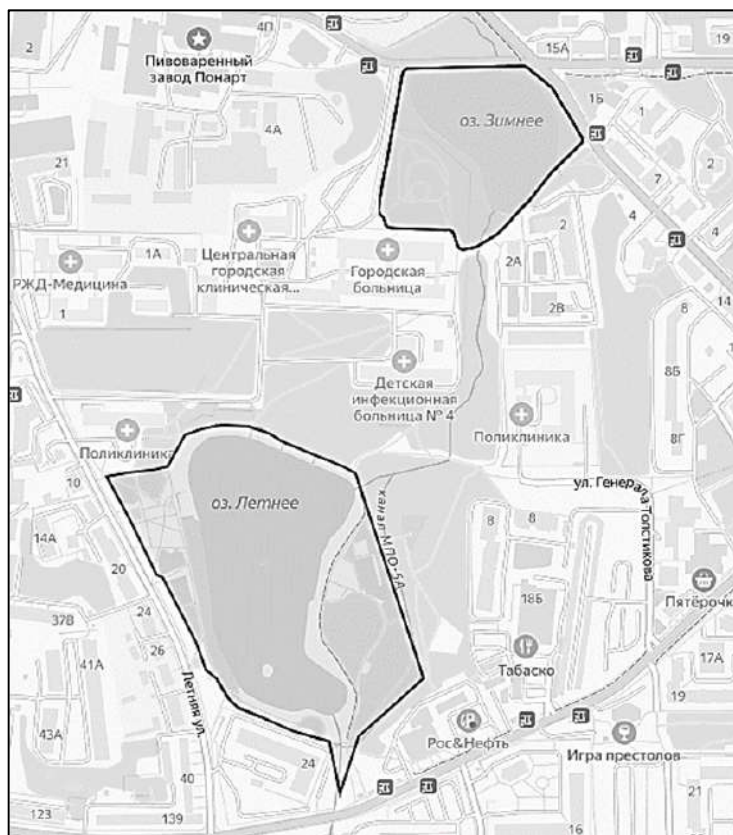


Рис. 7. Водосборные бассейны прудов Летнего и Зимнего (без учета канала МПО-5а)

Водосборный бассейн пруда Зимнего имеет меньшую площадь. Рекреационная зона вокруг пруда Зимнего развита слабее той, что создана на берегах пруда Летнего, и включает в основном узкую береговую полосу. На юге водосборный бассейн ограничен многоэтажной жилой застройкой, территорией больницы; на западе — подъездной дорогой к больнице; с остальных берегов — проезжей частью городских автодорог. Оба водоема обладают очень малым удельным водосбором.



Полученные данные позволили провести статистическую обработку материала и выявить статистически значимые связи для калининградских водоемов при анализе изменения гидрохимического состояния водоемов по отдельным показателям. К таковым можно отнести как среднюю, так и максимальную глубины, площадь водосборного бассейна и величину удельного водосбора. Для гидробиологических показателей достоверными являлись связи с долей мелководных участков, площадью водосборного бассейна и изрезанностью береговой линии.

Заключение

На экологическое состояние водоемов городской черты оказывает влияние ряд факторов, из которых к ключевым можно отнести морфометрические показатели. Исследованные водоемы по большинству исследованных параметров относятся к категории малых (по размеру, глубине, площади водосборного бассейна), что дает основания предполагать сниженную способность к самоочищению. Еще одной особенностью искусственных водоемов городской черты Калининграда, в частности прудов-копаней, является спрямление береговой линии в процессе благоустройства, что также характерно для исследуемой системы и может негативно влиять на гидробионтов, снижая разнообразие местообитаний.

Водосборная территория у пруда Летнего, на момент исследования ставшего непроточным водоемом, невелика. Это характерно для копаных городских прудов. Чаще ее размер не превышает площади поверхности самих водоемов или чуть больше их. Как правило, это связано с особенностью городских ландшафтов и преобладанием непроницаемых дорожных покрытий, сток с которых собирается в ливневую канализацию и может сбрасываться непосредственно в водоем для регулирования водного баланса окружающей территории. Для проточных систем величина водосборного бассейна способна увеличиваться, поэтому экологическое состояние малых водоемов будет сильно зависеть от качества поступающих вод. Подобные водоемы выполняют роль отстойников. В результате аккумуляции влекомого водотоком взвешенного материала можно наблюдать изменения в характере рельефа дна. Водосборная площадь Зимнего также невелика, что объясняется небольшой протяженностью канала до впадения в водоем, а также самой структурой водосбора МПО-5а, протекающего через плотно застроенную часть города. Водность рассматриваемых прудов будет сильно колебаться в течение года в зависимости от количества атмосферных осадков и интенсивности питания грунтовых вод. Гидрохимические характеристики могут демонстрировать разнонаправленную короткопериодную изменчивость, не связанную с сезонным ходом и обусловленную слабой устойчивостью к воздействиям внешних факторов вследствие малого объема вод.

Помимо колебания водности на состав воды в рассматриваемых водных объектах и в водоемах с подобными морфометрическими ха-



рактеристиками будут влиять процессы, происходящие не только в самой акватории, но и в окружающем ландшафте, а также антропогенные факторы. Предыдущие исследования подтверждали, что калининградские водоемы со схожими параметрами при условии грамотного благоустройства и регулярных поддерживающих мероприятий способны сохранять благоприятное экологическое состояние.

При планировании экологических мероприятий стоит учитывать характер и рельеф дна, возможную площадь зарастания и необходимую периодичность реабилитации. При изменении береговой полосы не следует отдавать предпочтение сужению берегов до очень узкой зоны с недостаточным растительным покрытием, зачастую заменяемой бетонными набережными. Это может снижать естественную способность водоемов к самоочищению за счет сокращения количества водной растительности и организмов, обитающих в прибрежной полосе, а также препятствовать фильтрации воды через естественные ландшафты.

Работа выполнена в рамках инициативной НИР 01-44-002.2 «Изучение экологического состояния городских прудов Калининграда».

Список литературы

1. Алексанян Ю.В. Классификационные признаки городских водоемов // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2018. №3. С. 87–100. EDN: XXGZTV.
2. Баишинский И.В. и др. Мир малых водоемов : коллективная монография. М., 2023.
3. ГОСТ 17.1.1.02-77. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов. Введ. 01.07.1978. М., 2000.
4. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер различных природных зон. М., 1984.
5. Кухарук Е.Д., Цупкиова Н.А. Морфометрическая характеристика пруда Поплавок (г. Калининград) // Вестник молодежной науки. 2022. №3 (35). doi: 10.46845/2541-8254-2022-3(35)-13-13. EDN: DQAYIU.
6. Ламков И.М., Чермошенцев А.Ю. Обоснование необходимости использования цифровой модели рельефа для изучения поверхности дна обводненных карьеров, расположенных на территории города Новосибирска // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. №2. С. 69–73. EDN: WAKDZJ.
7. Ламков И.М. К вопросу о необходимости установления водоохранных зон для обводненных карьеров на урбанизированных территориях // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий. 2016. №1 (33). С. 210–216. EDN: WDHJVR.
8. Мякишева Н.В. Многокритериальная классификация озер. СПб., 2009.
9. Цупкиова Н.А., Лозицкая Е.А., Алдушин А.В. Морфометрические характеристики пруда Пелавского (г. Калининград) // Известия КГТУ. 2018. №49. С. 55–66. EDN: XNGJKP.
10. Шикалева П.В. Понятия «пруд» и «водохранилище» в водном праве России // Вестник Челябинского государственного университета. 2011. №24. С. 125–127. EDN: OXALSX.
11. Широков В.М., Кирвель И.И. Пруды Белоруссии. Минск, 1987.



12. Это место: старые карты России и мира онлайн. URL: <http://www.eto-mesto.ru/kaliningrad/> (дата обращения: 03.07.2024).
13. Avdan Z. Y., Kaplan G., Goncu S., Avdan U. Monitoring the water quality of small water bodies using high-resolution remote sensing data // ISPRS International Journal of Geo-Information. 2019. Vol. 54, №12. P. 553. doi: 10.3390/ijgi8120553.
14. Chiandet A. S., Xenopoulos M. A. Landscape and morphometric controls on water quality in stormwater management ponds // Urban stems. 2016. Vol. 19. P. 1645—1663. doi: 10.1007/s11252-016-0559-8.
15. Martín Muñoz S., Schoelynck J., Tetzlaff D. et al. Assessing biodiversity and regulatory ecosystem services in urban water bodies which serve as aqua-Nature-based Solutions // Frontiers in Environmental Science. 2024. Vol. 11. P. 1304347. doi: 10.3389/fenvs.2023.1304347.
16. Oertli B., Parris K.M. Review: Toward management of urban ponds for freshwater biodiversity // Ecosphere. 2019. Vol. 10, №7. doi: 10.1002/ecs2.2810.
17. Richardson D. C., Holgerson M. A., Farragher M. J. et al. A functional definition to distinguish ponds from lakes and wetlands // Sci Rep. 2022. №12. 10472. doi: 10.1038/s41598-022-14569-0.
18. Steele M. K., Heffernan J. B. Morphological characteristics of urban water bodies: mechanisms of change and implications for ecosystem function // Ecological Applications. 2014. Vol. 24, №5. P. 1070—1084. doi: 10.1890/13-0983.1.
19. Zhou X., Zhang S., Liu Y. et al. Impact of urban morphology on the microclimatic regulation of water bodies on waterfront in summer: A case study of Wuhan // Building and Environment. 2022. Vol. 226. P. 109720. doi: 10.1016/j.buildenv.2022.109720.

Об авторах

Екатерина Александровна Севостьянова — канд. биол. наук, специалист по учебно-методической работе, ассистент, Калининградский государственный технический университет, Россия.

E-mail: ekaterina.lozitskaya@klgtu.ru

ORCID: 0000-0002-3917-1953

SPIN-код: 1124-4783

Артём Владиславович Ляхов — магистрант, ведущий инженер кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, Калининградский государственный технический университет, Россия.

E-mail: artem.lyakhov@klgtu.ru

ORCID: 0009-0003-2663-0529

SPIN-код: 6836-1602

Надежда Александровна Цупикова — канд. геол.-минерал. наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, Калининградский государственный технический университет, Россия.

E-mail: tsoupikova@klgtu.ru

ORCID: 0009-0006-9823-5810

SPIN-код: 8281-9819

Александр Сергеевич Меньшенин — аспирант, зав. лабораториями кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, Калининградский государственный технический университет, Россия.

E-mail: aleksandr.menshenin@klgtu.ru

ORCID: 0009-0003-8276-8442

SPIN-код: 6842-9483



E. A. Sevostianova, A. V. Lyakhov
N. A. Tsupikova, A. S. Menshenin

**MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF THE SMALL URBAN WATER BODIES OF KALININGRAD
ON THE EXAMPLE OF THE LETNIY AND ZIMNIY PONDS SYSTEM**

Kaliningrad state technical university, Kaliningrad, Russia

Received 02 March 2025

Accepted 12 April 2025

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-7

128

To cite this article: Sevostianova E. A., Lyakhov A. V., Tsupikova N. A., Menshenin A. S., 2025, Morphological characteristics of the small urban water bodies of Kaliningrad on the example of the Letniy and Zimniy ponds system, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №2. P. 117–129. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-7.

This study examines the morphometric characteristics of the Letny – Zimny pond system in Kaliningrad as factors potentially influencing the ecological condition of small artificial water bodies. Based on hydroacoustic surveying conducted with the "AsCor" software-hardware complex, which simultaneously recorded current depth and geographic coordinates of the surveyed bottom areas in real time, bottom relief maps of the ponds were created for the first time. Key morphometric parameters were determined, including the surface area, basin shape, enclosed water volume, shoreline length and shoreline development index, width, depths (average and maximum), catchment area, specific runoff index, among others. The investigated water bodies are classified as excavation ponds, characterized by small size, shallow depth, and limited catchment areas. It was noted that such ecosystems may experience short-term fluctuations in water levels and hydrochemical characteristics, driven by both natural factors (precipitation, groundwater) and anthropogenic influences (flow regulation). The study emphasizes that maintaining favorable ecological conditions in these ponds is possible through proper management and development, taking into account the basin morphology and the biogenic load originating from the catchment area.

Keywords: morphometric characteristics, bathymetry, bottom relief, Letniy pond, Zimniy pond

The authors

Ekaterina A. Sevostianova, Associate Professor, specialist in educational-methodical work, assistant of the department of Water Bioresources and Aquaculture, KSTU, Russia.

E-mail: ekaterina.lozitskaya@klgtu.ru

ORCID: 0000-0002-3917-1953

SPIN-код: 1124-4783

Artem V. Lyakhov, student, engineer of the department of the Water Bioresources and Aquaculture, KSTU, Russia.

E-mail: artem.lyakhov@klgtu.ru

ORCID: 0009-0003-2663-0529

SPIN-код: 6836-1602



Dr. Nadezhda A. Tsupikova, Associate Professor of the Department of Water Bioresources and Aquaculture, KSTU, Russia.

E-mail: tsoupikova@klgtu.ru

ORCID: 0009-0006-9823-5810

SPIN-код: 8281-9819

Alexander S. Menshenin, PhD student, head of laboratories of the Department of Water Bioresources and Aquaculture, KSTU, Russia.

E-mail: aleksandr.menshenin@klgtu.ru

ORCID: 0009-0003-8276-8442

SPIN-код: 6842-9483

УДК 551.763.3:567.31(470.26)

**Г. А. Важенин¹, И. Е. Богатенко¹
С. В. Городчиков¹, Э. В. Мычко^{1, 2, 3}**

130

**ПЕРВАЯ НАХОДКА ЗУБА
PTYCHODUS (ELASMOBRANCHII: LAMNIFORMES)
В ЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

¹ Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

² Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва, Россия

³ Музей-заповедник «Музей Мирового океана», Калининград, Россия

Поступила в редакцию 24.01.2025 г.

Принята к публикации 18.03.2025 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-8

Для цитирования: Важенин Г. А., Богатенко И. Е., Городчиков С. В., Мычко Э. В. Первая находка зуба *Ptychodus (Elasmobranchii: Lamniformes)* в ледниковых отложениях Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2025. № 2. С. 130 – 141. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-8.

Впервые на территории Калининградской области (в валунно-галечном материале на морском побережье у г. Зеленоградска) обнаружена находка неполного зуба (фрагмента коронки) меловой акулы птиходуса (*Ptychodus*). Географически ближайшие остатки птиходусов ранее были известны из верхнемеловых отторженцев Литвы. Морфологические особенности изученного зуба позволяют предположить, что он является симфизным и может быть классифицирован как *Ptychodus cf. latissimus* Agassiz, 1835. Новая находка расширяет наши знания о распространении птиходусов в меловом периоде и о разнообразии ископаемых, встречающихся в эрратических валунах региона.

Ключевые слова: *Ptychodus*, зубы акул, меловой период, эрратические валуны, Калининградская область

Введение

Четвертичные отложения на территории Калининградской области были сформированы повторяющимися плейстоценовыми оледенениями, перемежающимися межледниковыми морскими трансгрессиями. Во время последнего ледникового максимума (20 000 – 18 000 лет назад) границы ледяного покрова достигли южной части Балтики [1 – 3]. Ледники отступили отсюда около 11 700 лет назад, а последнее Валдайское оледенение (MIS 2) сыграло ключевую роль в формировании современного рельефа и образовании ледниковых отложений региона.



Ледники переносили с территории Скандинавии и ложе будущего Балтийского моря, выпавшие крупные блоки пород (отторженцы) и неоднородную смесь обломочного материала, состоящую из валунов, гравия, глины и песка. Во время таяния ледника весь этот материал оставался на поверхности, образуя моренные холмы и понижения между ними. Богатые каменным обломочным материалом морены активно размываются благодаря абразии на морском побережье Калининградской области, поэтому здесь местами наблюдаются конденсированные скопления валунов и гальки. Они имеют богатый петрографический состав и представлены магматическими, эффузивными, метаморфическими и осадочными породами. Эти породы происходят из различных по возрасту геологических отложений, имея позднепротерозойский, кембрийский, ордовикский, силурийский, девонский, юрский и меловой возрасты [4; 5]. Зачастую они богаты окаменелостями, представленными различными таксономическими группами.

До 1945 г. европейскими исследователями активно изучались окаменелости из эрратических валунов, обнаруженные на территории Восточной Пруссии (ныне — частично Калининградской области). Были опубликованы многочисленные исследования различных авторов по этой теме — как обобщающие работы, например [6–8], так и посвященные отдельным группам или окаменелостям разновозрастных валунов: раннепалеозойским трилобитам [9; 10] и цефалоподам [11–14], силурийским кораллам [15; 16] и остракодам [17; 18], граптолитам [19], аммонитам и другим ископаемым в юрских валунах [20–24], диноцистам [25–27], юрским растениям [28], меловым окаменелостям [29–31], в том числе остаткам морских рептилий [32] и другим фоссилиям. Богатые коллекции, описанные в этих исследованиях, по большей части хранились в Кёнигсберге (в Геолого-палеонтологическом институте и Музее «Пруссия» в Королевском замке) и были почти полностью утрачены во время Второй мировой войны.

К сожалению, на протяжении длительного периода (1945–2018) научных исследований, посвященных фоссилиям в эрратических валунах Калининградской области, не было. Однако изучение окаменелостей Южной Прибалтики, собранных в аналогичных моренах других стран, не прекращалось. Например, существуют подобные работы по окаменелостям Северной Германии [33–38], Польши [39–42], Литвы [43], Беларуси [44; 45]. Лишь последнее время были опубликованы несколько исследований по изучению окаменелостей из ледниковых отложений Калининградской области [4; 5; 46].

Среди гальки и гравия на территории региона иногда встречаются отдельные зубы хрящевых рыб, чаще всего сильно окатанных и лишенных корня. Одна часть из них вымыта течениями из коренных эоценовых отложений [5], другая принесена ледником из более древних, в частности меловых (по большей части — верхнемеловых), отложений, выходящих в настоящее время на дне Балтийского моря.

Описанная нами находка зуба акулы птиходуса (*Ptychodus*) на территории региона является первой, а ближайшие известные науке находки зубов этих акул происходят из меловых валунов Литвы [43] и Беларуси [47].

Материал и методы

Исследуемый нами отдельный неполный зуб птиходуса (фрагмент коронки) был обнаружен первыми тремя авторами на побережье у г. Зеленоградска на севере Самбийского п-ва (рис. 1) в ходе промывки валунно-галечного материала через сито с размером ячеек 5×4 мм. Кроме зуба в местонахождении были встречены окатанные фрагменты губок, кораллы ругозы, фрагменты трилобитов, ядра раковин гастропод, ядра раковин палеозойских головоногих моллюсков, ростры меловых белемнитов, раковины брахиопод, мшанки, членики криноидей и прочие неопределимые зубы акул.

132

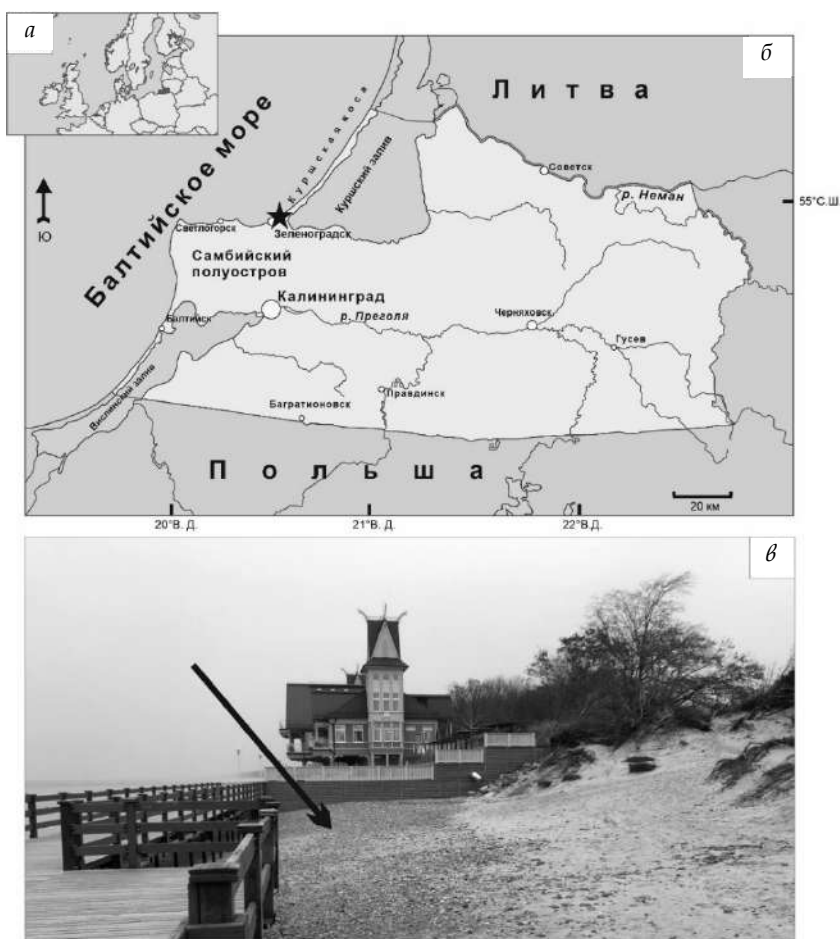


Рис. 1. Местонахождение фрагмента зуба *Ptychodus cf. latissimus*:

a — карта-схема Европы с выделенной серым цветом территорией Калининградской области; *б* — карта-схема Калининградской области, звездочкой отмечено местонахождение; *в* — фотография местонахождения, стрелкой показан валунно-галечный материал, в котором был обнаружен фрагмент зуба



О птиходусах

Птиходус (*Ptychodus* Agassiz, 1835) — род вымерших ламнообразных акул, существовавших с альбского по кампанский век (105—75 млн лет назад). Ископаемые остатки птиходусов широко распространены [48] и представлены в основном отдельными зубами, реже зубными рядами, позвоночными столбами, фрагментами чешуи и кальцинированными хрящами [51]. Это в первую очередь связано с тем, что птиходусы, как и все другие представители эласмобранхий, — хрящевые рыбы, их скелеты плохо сохраняются в ископаемом состоянии [49].

Из-за своеобразных давящих зубов птиходусов обычно классифицировали как гиבודонтообразных или воббегеногообразных акул и, соответственно, реконструировали как придонных акул, поедателей бентоса. Однако недавно были описаны отпечатки тел птиходусов, обнаруженные в туронской формации Агуа-Нуэва в Мексике. Они свидетельствуют о том, что птиходусы имели веретеновидное тело с большой и удлинённой головой. Первый спинной плавник был большим и округлым, располагался впереди, а второй спинной плавник был значительно меньше и находился сзади, у начала анального плавника, который, в свою очередь, был также небольшим. Грудные плавники птиходусов были крупными, с узко закругленными кончиками. Брюшные плавники, напротив, — маленькими. Хвостовой плавник имел лунообразную или полулунообразную форму. Присутствовал затылочный гребень. Челюсти удлинённые, V-образные. Общая форма тела близко напоминает таковую у большой белой акулы (*Carcharodon*) и сельдевой акулы (*Lamna*) [48].

Птиходусы вели дурофагообразный (пищевое поведение, подразумевающее потребление организмов с твердым панцирем) хищнический образ жизни, используя свои массивные зубы для захвата и дробления панцирных животных, например аммонитов и других пелагических животных [49].

Зубы птиходусов уникальны по сравнению с другими хрящевыми рыбами. Они имеют форму от квадратной до прямоугольной, толстую коронку, которая в зависимости от вида может быть приподнятой или плоской (рис. 2). Коронка разделена на две части: гребенчатую область, которая имеет ряд острых энамеловидных гребней, и хорошо развитую краевую область, которая покрыта энамеловидными морщинами различной толщины и ориентации, хотя они обычно концентричны относительно гребенчатой области. Положение, форма и структура энамеловидных гребней и орнамента краевой области имеет важное значение для видовых различий. Коронка со всех сторон нависает над корнем зуба. Корень зуба уплощенный, пористый, без питательной бороздки. Он квадратный и двулопастной, широкий, центр вогнут, предположительно для сочленения с зубным хрящом. Ростральная (передняя) сторона зуба выпуклая с выступом, нависающим над корнем зуба, а каудальная (задняя) сторона вогнутая со впадиной разной глубины и

ширины. Передний выступ вписывается в заднюю бороздку предыдущего зуба в пределах зубного ряда. Зубы ограничены симфизной областью (место сочленения правой и левой половинок одной челюсти), где они расположены в виде прямых, параллельных зубных серий (зубы, расположенные в переднезаднем направлении), образуя мощное дробильное покрытие, функционально аналогичное таковому у скатов-орляков (*Myllobatidae*). Отдельные зубные серии находятся на близком расстоянии друг от друга и направлены вдоль челюсти, при этом размер зубов уменьшается к латеральным краям. Зубы в пределах ряда сцеплены между собой. Выделяют четыре типа зубов в челюсти: симфизные (медиальные), парасимфизные, латеральные и задние [50].

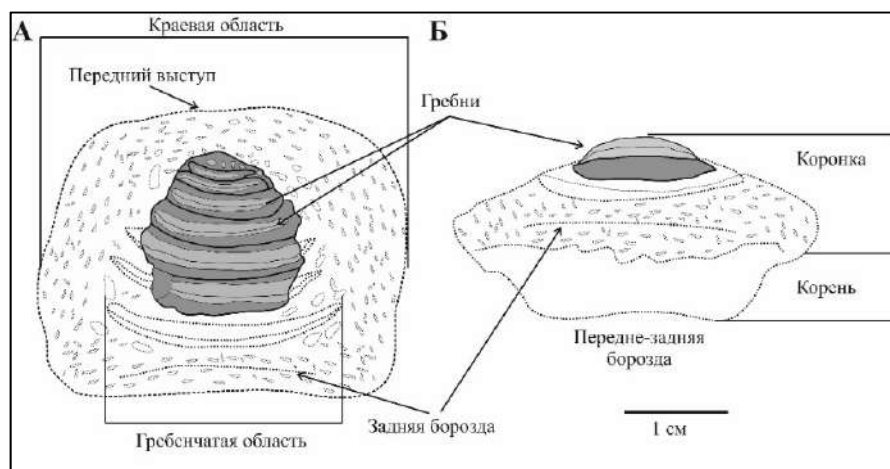


Рис. 2. Схематичное изображение обнаруженного зуба.

Контуры находки (фрагмента коронки) показаны сплошными линиями и закрашены серым цветом, пунктиром — дорисованная реконструкция полного зуба

Многочисленные остатки этих акул, представленные преимущественно зубами и крайне редкими зубными сериями, известны из меловых отложений США, Бразилии, Канады, Чехии, Франции, Германии, Индии, Израиля, Японии, Мексики, Великобритании, России, Беларуси, Литвы и Польши [47; 51].

В настоящее время известно около 18 видов рода *Ptychodus*. Их разделяют на две группы: виды с высокой и с низкой коронкой зуба. Также они отличаются размерами, самые мелкие виды достигали около двух метров в длину, а самые большие могли превышать 10 метров [48], хотя это дискуссионный вопрос (персональный комментарий — Е. В. Попова).

Описание

Мы следуем системе эласмобранхий по А. Кашпетте [52]. Положение птиходонтид в отряде ламнообразных акул дано по Р. Вулло с соавторами [48].



Класс *Chondrichthyes* Huxley, 1880
Подкласс *Elasmobranchii* Bonaparte, 1838
Инфракласс *Neoselachii* Compagno, 1977
Клада *Selachimorpha* Nelson, 1984
Надотряд *Galeomorphii* Compagno, 1973
Отряд *Lamniformes* Berg, 1937
Семейство *Ptychodontidae* Jaekel, 1898
Род *Ptychodus* Agassiz, 1834

Типовой вид: *Ptychodus schlotheimii* Agassiz, 1834 (nomen oblitum), старший синоним *Ptychodus latissimus* Agassiz, 1834 (nomen protectum).

135

Диагноз (по А. Хамму [50]): зуб с почти квадратной короной, сплюсщенной или слегка выпуклой в центральной части и пересеченной очень толстыми, короткими и острыми поперечными гребнями; гребни с небольшой кривизной или вообще без нее на боковых концах, резко обрываются, но не образуют петель; гребневидная область, не доходит до краев зуба; переход между краевым и гребневидным областями, часто характеризуется крупными гранулами; краевая область хорошо развита и покрыта мелкими гранулами; эти гранулы иногда доходят до краев гребней и изгибаются вперед.

Виды (18): *Ptychodus anonymous* Williston, 1900; *P. rhombodus* Underwood et Cumbaa, 2010; *P. occidentalis* Leidy, 1868; *P. marginalis* Agassiz, 1835; *P. decurrens* Agassiz, 1835; *P. oweni* Dixon, 1850; *P. multistriatus* Woodward, 1889; *P. mammillaris* Agassiz, 1835; *P. altior* Agassiz, 1835; *P. whipplei* Marcou, 1858; *P. atcoensis* Hamm, 2009; *Ptychodus latissimus* Agassiz, 1835; *P. rugosus* Dixon, 1850; *P. martini* Williston, 1900; *P. polygyrus* Agassiz, 1839; *P. mortolli* Mantell, 1836; *P. mediterraneus* Canavari, 1916; *P. maghrebianus* Amadori et al., 2022.

Распространение: нижний — верхний мел (преимущественно верхний); Северная и Южная Америки, Евразия и Африка. На территории Европейской России — в Пензенской, Волгоградской, Саратовской, Самарской, Курской, Московской, Рязанской, Тамбовской, Белгородской и Калининградской областях.

Ptychodus cf. latissimus Agassiz, 1835

Рис. 2, 3

Описание. Экземпляр представляет собой центральную часть коронки зуба, субпрямоугольной формы и черного цвета. В окклюзивном виде поверхность зуба пересекают шесть гребней, пять из них толстые и острые на вершине, а шестой менее выражен. Четыре самых больших гребня обломаны и заканчиваются неровно. Гребни с задней стороны толще. С передней стороны зуба, рядом с самыми мелкими гребнями различимы эмалюидные гранулы. Передний край загибается вниз. Сохранились первые шесть гребней начиная с переднего края зуба. Не со-



Рис. 3. Неполный зуб (фрагмент коронки) *Ptychodus cf. latissimus*, обнаруженный в валунно-галечном ледниковом материале на побережье у г. Зеленоградска. Место хранения — Музей-заповедник «Музей Мирового океана», экз. ММО 1/88 №13049: а — вид сверху; б — вид снизу; в — вид спереди; г — вид сбоку. Отрезок — 10 мм

Размеры: длина — 21,5 мм; ширина — 21,0 мм; высота — 8,5 мм.

Материал: неполный зуб (фрагмент коронки), музей-заповедник «Музей Мирового океана», экз. ММО 1/88 №13049.

Обсуждение. Описываемый экземпляр сохранился не целиком, но тем не менее особенности морфологии позволяют его определить. Зуб однозначно принадлежит *Ptychodus*, низкая коронка свидетельствует, что он представлен одним из крупных видов, а характер гребней и их толщина позволяют считать его близким к *P. latissimus* и классифицировать здесь как *P. cf. latissimus*. Скорее всего, этот зуб располагался в нижней симфизной серии исходя из его размеров, особой выраженности гребней и их большой толщины. Возможно, если бы этот экземпляр был целым, то можно было насчитать от 7 до 8 гребней на коронке. Однако ответ на этот вопрос могут дать лишь находки целых зубов. Слож-



но говорить о геологическом возрасте экземпляра, но исходя из крупного размера и стратиграфического распространения вида *Ptychodus latissimus* мы считаем его позднемеловым (скорее всего — турон-поздний коньяк).

Выводы

Зуб, обнаруженный у побережья Зеленоградска, представляет собой неполный экземпляр (фрагмент коронки), однако сохранившиеся особенности строения позволяют классифицировать его как *Ptychodus* cf. *latissimus*. Это первая находка остатков птиходусов на территории региона, которая несколько расширяет палеобиогеографическое распространение птиходусов в меловом периоде, а также увеличивает наши знания о разнообразии ископаемых, встречающихся в ледниковом валунно-галечном материале Калининградской области.

137

Авторы выражают признательность Е.В. Попову (Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского) за проверку текста рукописи; официальному рецензенту Н.В. Мартыновичу (музей-заповедник «Музей Мирового океана», Калининград); С.В. Солонину (Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина) за консультации; М. Амадори (Венский государственный университет, Австрия) и П. Джамбуре (Венский государственный университет, Австрия) за помощь в определении зуба. Работа выполнена в рамках госзадания FMWE-2024-0025 (ИО РАН).

Список литературы

1. Lambeck K., Purcell A., Zhao J., Svensson N.O. The Scandinavian ice sheet: from MIS 4 to the end of the last glacial maximum // *Boreas*. 2010. Vol. 39, №2. P. 410–435.
2. Маккавеев А.Н., Фаустова М.А., Карпухина Н.В. Максимальная граница Скандинавского ледникового покрова в валдайскую (вислинскую) эпоху и особенности рельефа его периферической зоны // *Геоморфология и палеогеография*. 2020. №3. С. 3–19. doi: 10.31857/S0435428120030098. EDN: DIGLPX.
3. Korsakova O., Vashkov A., Nosova O. European Russia: glacial landforms from the Last Glacial Maximum // Palacios D., Hughes P.D., Andrés N. (eds.). *European Glacial Landscapes*. Elsevier, 2022. P. 389–393. doi: 10.1016/B978-0-12-823498-3.00026-1.
4. Мычко Э.В. Янтарный край: страницы ископаемой летописи // *Природа*. 2019. №3. С. 47–57. doi: 10.7868/S0032874X19030074. EDN: HFERJY.
5. Мычко Э.В. Ископаемая летопись Янтарного края: естественная история Калининградской области. М., 2022.
6. Kiesow J. Ueber silurische und devonische Geschiebe Westpreussens // *Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. Neue Folge*, 1884. Bd. 6, H. 1–2. S. 205–303.
7. Roemer F. Lethaea erratica oder Aufzählung und Beschreibung der in der nord-deutschen Ebene vorkommenden Diluvial-Geschiebe nordischer Sedimetär-Gesteine // *Geologische und paläontologische Abhandlungen*. 1885. Vol. 2. S. 250–420.
8. Jentzsch A. Führer durch die geologischen Sammlungen des Provinzialmuseums der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. Königsberg, 1892.
9. Steinhardt E.T.G. Die bis jetzt in Preussische Geschieben gefundenen Trilobiten // *Beiträge zur Naturkunde Preussens herausgegeben von die Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg*. 1874. Bd. 3. S. 1–64.



10. Pompeckj J.F. Die Trilobiten-Fauna der Ostund Westpreussischen Diluvialgeschiebe // Beiträge zur Naturkunde Preussens herausgegeben von die Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. 1890. Bd. 7. S. 1–97.

11. Dewitz H. Beiträge zur Kenntniss der in den ostpreussischen Silurgeschieben vorkommenden Cephalopoden // Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. 1879. J. 20. S. 162–180.

12. Schröder H. Beiträge zur Kenntniss der in ostund westpreussischen Diluvialgeschieben gefundenen Silurcephalopoden // Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. 1881. J. 22. S. 54–96.

13. Schröder H. Beiträge zur Kenntniss der in ostund westpreussischen Diluvialgeschieben gefundenen Silurcephalopoden (Fortsetzung) // Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. 1882. J. 23. S. 87–106.

14. Noetling F. Beiträge zur Kenntniss der Cephalopoden aus Silurgeschieben der Provinz Ostpreussen // Jahrbuch der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin. 1883. Bd. 4. S. 101–135.

15. Meyer G. Rugose Korallen als ost- und westpreussische Diluvialgeschiebe // Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. 1881. J. 22. S. 97–110.

16. Weissermel W. Die Korallen der Silurgeschiebe Ostpreussens und des ostlichen Westpreussens // Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. 1894. Bd. 46. S. 580–674.

17. Reuter G. Die Beyrichien der obersilurischen Diluvialgeschiebe Ostpreußens // Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. 1885. Bd. 37. S. 621–679.

18. Chmielewski C. Die Leperditien der obersilurischen Geschiebe des Gouvernement Kowno und der Provinzen Ost- und Westpreussen // Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. 1900. J. 41. S. 1–37.

19. Eisenack A. Mikrofossilien aus Doggergeschieben Ostpreussens // Zeitschrift für Geschiebeforschung und Flachlandsgeologie. 1935. Bd. 11. S. 167–184.

20. Jentzsch A. Oxford in Ostpreussen // Jahrbuch der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin, 1888. Bd. 9. S. 378–389.

21. Schellwien E. Der litauisch-kurische Jura und die ostpreußischen Geschiebe in dem neuen // Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 1894. Bd. 2. S. 207–227.

22. Beurlen K. Zwei stratigraphisch wichtige Geschiebe (Jura und Kreide) aus dem ostpreußischen Diluvium // Centraiblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Abteilung B: Geologie und Paläontologie. 1931. S. 145–160.

23. Frebold H. Unterer Kimmeridge in Ostpreussischen Geschieben // Neues Jb. Mineral., Geol. und Palaontol. Abt. B. 1926. Bd. 54. S. 411–418.

24. Kaufmann R. Ober Jurageschiebe aus Ostpreussen // Zeitschrift fuer Geschiebeforschung. 1932. Bd. 8, H. 1. S. 73–75.

25. Eisenack A. Neue Graptolithen aus Geschieben baltischen Silurs // Palaeontologische Zeitschrift. 1935. Vol. 17. S. 73–90.

26. Eisenack A. Dinoflagellaten aus dem Jura // Annales de Protistologie. 1936. Bd. 5. S. 59–63.

27. Eisenack A. *Eodinia pachythea* n.g.n, sp., ein primitiver Dinoflagellat aus einem Kelloway-Geschiebe Ostpreussens. Zeitschrift für Geschiebeforschung und Flachlandsgeologie. 1936. Bd. 12. S. 72–75.

28. Horn M. *Sagenopteris caledonica* n. sp. Aus einem Callovien-Geschiebe Ostpreußens // Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. 1913. J. 54. S. 239–240.

29. Noetling F. Die Fauna der baltischen Cenoman-Geschiebe // Geologische und paläontologische Abhandlungen. 1885. Bd. 4. S. 199–247.



30. von Ungern-Sternberg E. Die Hexactineüiden der senonen Diluvialgeschiebe in Ostund Westpreussen // Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. 1902. J. 43. S. 132–151.
31. Spulski B. Beitrag zur Kenntniss der Baltischen Cenoman- Geschiebe Ostpreußens // Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. 1910. Bd. 51. S. 1–4.
32. Schröder H. Saurierreste aus der baltischen oberen Kreide // Jahrbuch der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin. 1884. J. 5. S. 293–333.
33. Neben W., Krueger H.H. Fossilien ordovicischer Geschiebe // Staringia. 1971. №1. 50 Taf.
34. Neben W., Krueger H.H. Fossilien ordovicischer und silurischer Geschiebe // Staringia. 1973. №2. 59 Taf.
35. Neben W., Krueger H.H. Fossilien kambrischer, ordovicischer und silurischer Geschiebe // Staringia. 1979. №5. 54 Taf.
36. Rohde A. Fossilien sammeln an der Ostseeküste: Trilobiten, Seeigel, Donnerkeile und Co.; fossilführende Gesteine des südwestlichen Ostseeraumes. Wachholtz, 2007.
37. Rudolph F., Bilz W., Pittermann D. Fossilien an Nord- und Ostsee. Finden und Bestimmen. 2010.
38. *Geschiebekunde Aktuell*, 1985–2023 (архив журнала). ISSN 0178-1731.
39. Mierzejewski P. Tuboid graptolites from erratic boulders of Poland // Acta Palaeontologica Polonica. 1978. Vol. 23, №4. P. 557–575.
40. Rhebergen F. A new Ordovician astylospongiid sponge (Porifera) as an erratic from Baltica // Netherlands Journal of Geosciences. 2004. Vol. 83, №4. P. 255–265.
41. Malinky J.M. Hyolitha from the Early Paleozoic glacial erratic boulders (Geschiebe) of Germany and Poland // Fossil Record. 2007. Vol. 10, №2. 3. 71–90.
42. Chrzqstek A., Pluta K. Trace fossils from the Baltoscandian erratic boulders in SW Poland. Polskie Towarzystwo Geologiczne – Polish Geological Society // Annales Societatis Geologorum Poloniae. 2017. Vol. 87, №3. P. 229–257.
43. Dalinkevicius J.A. On the fossil fishes of the Lithuanian chalk I. Selachii // Mémoires de la Faculté des Sciences de l'Université de Vytautas le Grand. 1935. Vol. 9. P. 243–305.
44. Zaika Yu.U. Allochthonous fossils in the Upper Cenozoic deposits of Belarus. Preliminary results of the study. Part 1: Lower Paleozoic // Baranavicy State University Herald, Series: Biological Sciences (General biology). 2023. №1 (13). P. 4–22.
45. Zaika Yu.U. Allochthonous fossils in the Upper Cenozoic deposits of Belarus. Preliminary results of the study. Part 2: Devonian – Pleistocene // Baranavicy State University Herald, Series: Biological Sciences (General biology). 2023. №2 (14). P. 1–17.
46. Chlachula J., Mychko E.V. Geoheritage of the Kaliningrad Region, SE Baltic Coast. Geoheritage. 2023. Vol. 15. Art. №132. doi: 10.1007/s12371-023-00899-6.
47. Amadori M., Kindlimann R., Fornaciari E., Giusberti L., Kriwet J. A new cuspidate ptychodontid shark (Chondrichthyes; Elasmobranchii), from the Upper Cretaceous of Morocco with comments on tooth functionalities and replacement patterns // Journal of African Earth Sciences. 2022. Vol. 187. Art. №104440. doi: 10.1016/j.jafrearsci.2021.104440.
48. Vullo R., Villalobos-Segura E., Amadori M. et al. Exceptionally preserved shark fossils from Mexico elucidate the long-standing enigma of the Cretaceous elasmobranch Ptychodus // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 2024. Vol. 291, №2021. doi: 10.6084/m9.figshare.c.7165772.v2.
49. Cooper J., Hutchinson J., Bernvi D. et al. The extinct shark Otodus megalodon was a transoceanic superpredator: Inferences from 3D modeling // Science Advances. 2022. Vol. 8, №33. Art. №eabm9424. doi: 10.1126/sciadv.abm9424.



50. Hamm A. Stratigraphic, geographic and paleoecological distribution of the late Cretaceous shark genus *Ptychodus* within the western interior seaway North America. Albuquerque. New Mexico Museum of Natural History & Science, 2020.

51. Verma O., Prasad G., Goswami A., Parmar V. *Ptychodus decurrens* Agassiz (Elasmobranchii: Ptychodontidae) from the upper Cretaceous of India // Cretaceous Research. 2012. Vol. 33, №1. P. 183–188. doi: 10.1016/j.cretres.2011.09.014.

52. Cappetta H. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii: Teeth. München, 2012.

Об авторах

Глеб Алексеевич Важенин — студент, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: gleb.vajenin@gmail.com

Илья Евгеньевич Богатенко — студент, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: ilbog00@mail.ru

Семен Владимирович Городчиков — студент, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: svg.zar@yandex.ru

Эдуард Вагифович Мычко — канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. АО ИО РАН; ст. науч. сотр., Музей-заповедник «Музей Мирового океана»; ст. науч. сотр., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: eduard.mychko@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1601-3618

SPIN-код: 6991-8631

**G. A. Vazhenin¹, I. E. Bogatenko¹
S. V. Gorodchikov¹, E. V. Mychko^{1, 2, 3}**

FIRST FINDING OF TOOTH OF *PTYCHODUS* (ELASMOBRANCHII: LAMNIFORMES) IN MORaine OF THE KALININGRAD REGION

¹ Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

² Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³ Museum-Reserve "Museum of the World Ocean", Kaliningrad, Russia

Received 24 January 2025

Accepted 18 March 2025

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-8

To cite this article: Vazhenin G.A., Bogatenko I.E., Gorodchikov S.V., Mychko E.V., 2025, First finding of tooth of *Ptychodus* (Elasmobranchii: Lamniformes) in moraine of the Kaliningrad Region, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №2. P. 130–141. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-8.

*For the first time, a find of an incomplete tooth (a fragment of the crown) belonging to a Cretaceous shark of the genus *Ptychodus* has been discovered in the Kaliningrad Region, within boulder-pebble material along the seashore near Zelenogradsk. Previously, the geogra-*



phically closest remains of Ptychodus were known from Upper Cretaceous reworked deposits in Lithuania. The morphological features of the studied tooth suggest that it is a symphyseal tooth and may be classified as Ptychodus cf. latissimus Agassiz, 1835. This new find expands our knowledge of the distribution of Ptychodus during the Cretaceous period and enhances our understanding of the diversity of fossils found within the erratic boulders of the region.

Keywords: *Ptychodus*, shark teeth, Cretaceous, erratic boulders, Kaliningrad Region

The authors

Gleb A. Vazhenin, student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: gleb.vajenin@gmail.com

Ilya E. Bogatenko, student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: ilbog00@mail.ru

Semyon V. Gorodchikov, student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: svg.zar@yandex.ru

Dr. Eduard V. Mychko, Senior Researcher of the AO IO RAS, Russia; Senior Researcher of the Museum-Reserve "Museum of the World Ocean", Russia; Senior Researcher of the Immanuel Kant Baltic Federal, Russia.

E-mail: eduard.mychko@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1601-3618

SPIN-код: 6991-8631

V. S. Rzhetskaya, A. V. Omelchenko, D. A. Panov

INFLUENCE OF SELENIUM NANOPARTICLES
ON BASIC CULTIVATION PARAMETERS
AND PHYTOSTIMULATING PROPERTIES OF *LACTOCOCCUS LACTIS*

V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

Received 13 January 2025

Accepted 23 March 2025

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-9

142

To cite this article: Rzhetskaya V. S., Omelchenko A. V., Panov D. A., 2025, Influence of selenium nanoparticles on basic cultivation parameters and phytostimulating properties of *Lactococcus lactis*, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*. № 2. P. 142 – 154. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-9.

The aim of this study was to investigate the effects of selenium nanoparticles on the key cultivation parameters and phytostimulatory properties of *Lactococcus lactis* IMB B-7352. Cultivation of *L. lactis* IMB B-7352 was carried out in MRS medium supplemented with nanoselenium at concentrations of 0.25, 0.5, 0.75, and 1.0 mg/L (based on selenium content). The antagonistic activity of *L. lactis* IMB B-7352 against cultures of phytopathogenic bacteria was assessed using the agar block method. It was found that nanoselenium at a concentration of 0.75 mg/L exhibited optimal stimulatory activity in terms of biomass accumulation by *L. lactis* IMB B-7352. Examination of the antagonistic activity of *L. lactis* IMB B-7352 revealed that the inhibition zones against *Xanthomonas campestris* B-4102 and *Agrobacterium tumefaciens* B-8833 measured 55.0 mm and 20.0 mm, respectively. The addition of nanoselenium to the MRS medium did not result in statistically significant differences in the inhibition zones of phytopathogenic bacteria. A stimulatory effect of *L. lactis* IMB B-7352, cultivated on MRS medium supplemented with nanoselenium, was demonstrated on the growth parameters of wheat and pea plants. It was established that nanoselenium concentrations of 0.25 – 0.5 mg/L in the MRS medium are optimal for promoting plant growth. For the first time, the effectiveness of nanoselenium supplementation in the cultivation medium for *Lactococcus* species used for plant growth stimulation has been demonstrated. The experiments conducted are promising for the development of microbial preparations for crop production.

Keywords: nanoselenium, strain, *Lactococcus lactis*, phytopathogenic bacteria, *Xanthomonas campestris*, *Agrobacterium tumefaciens*, antagonistic activity, plant growth stimulation

Introduction

Growth regulators and plant protection products play a decisive role in the development of agriculture. Today these groups of drugs are mainly represented by chemical compounds that can be toxic to humans and fauna, as well as pollute reservoirs, groundwater and soil [1]. Biological remedies account for only a few percent of the total volume of such drugs. Their disadvantage is their narrow specificity, limited conditions of use (temperature,



speed of action, number of treatments) [2]. A promising solution to this problem is the development of complex biological products with both protective and stimulating effects based on microorganisms and nanoparticles of biogenic elements [3; 4].

Selenium occupies a significant place as nanocomposite materials used to stimulate plant growth [5; 6]. Unlike ionic forms, elementary selenium in nanoparticle form is less toxic and bioavailable. The biological activity of selenium nanoparticles, like other biogenic elements, depends not only on the size, shape, and stability of nanoparticles, but also on the properties of the stabilizing matrix [7; 8].

In recent studies, it has been shown that the presence of selenium in the medium has a positive effect on the accumulation of lactic acid bacteria biomass [9; 10]. Bacteria of the genus *Lactococcus* are capable of producing substances with antibiotic activity, which allows them to exhibit pronounced antagonism against various microorganisms, including phytopathogenic ones. The antagonistic activity of lactobacilli is due to such metabolites as organic acids (mainly lactic acid), as well as antimicrobial and antibiotic-like compounds – lysozyme, hydrogen peroxide, bacteriocins (lactacins), diacetyl, histamine and other amines [11 – 13].

Lactic acid bacteria are capable of converting insoluble phosphorus salts into compounds available to plants [14], accelerating mineralization processes in soil [15], and stimulating plant growth processes [16; 17]. In recent decades, lactic acid bacteria, due to the synthesis of phytohormones and / or their precursors and metabolites that suppress phytopathogens, have been considered as plant-growth-promoting rhizobacteria (capable of stimulating plant growth (PGPR)) [18].

Materials and methods

The aim of this work is to investigate the effect of selenium nanoparticles on the main parameters of cultivation and phytostimulating properties of *Lactococcus lactis* IMB B-7352.

The research tasks included: 1) selection of the optimal concentration of nanoselen for cultivation of *L. lactis* IMB B-7352 strain according to biomass accumulation; 2) study of the antagonistic activity of the *L. lactis* IMB B-7352 strain in relation to phytopathogenic bacteria *Xanthomonas campestris* and *Agrobacterium tumefaciens*; 3) determination of the influence of *L. lactis* IMB B-7352 strain on the growth performance of cultivated plants at early stages of development.

The material for the study was a strain of lactic acid streptococcus: *Lactococcus lactis* (Lister 1873) [19] IMB B-7352, isolated from the epiphytic sphere of plants. The *Lactococcus lactis* strain IMB B-7352 is a facultatively anaerobic mesophilic homofermentative streptococcus. The antagonistic activity of streptococcus was evaluated on the culture of phytopathogenic bacteria and *Xanthomonas campestris* B-4102 and *Agrobacterium tumefaciens* B-8833, obtained from the All-Russian collection of industrial microorganisms.



A water-soluble composition of selenium nanoparticles was obtained according to an original method developed at the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky [20].

To select the optimal amount of nanoselenium, the cultivation of lactococcus was carried out on a Man-Rogosa-Sharpe (MRS) nutrient medium [18]. Nanoselenium was added to a sterile medium cooled to 40 °C at concentrations of 0.25; 0.5; 0.75; and 1.0 mg/l (for selenium). MRS medium was used as a control, where an equivalent amount of distilled water was added instead of selenium solutions. For inoculation of the nutrient medium, a 24-hour culture of lactococcus with a titer of 1.6×10^7 was used. Microorganisms were cultured in a 96-well plate in a Multiskan FC photometer (Thermo Fisher Scientific, United States) at a temperature of 30 °C with constant shaking. The determination of the optical density of the medium was carried out at a wavelength of $\lambda = 620$ nm with a frequency of 1 hour for 70 hours.

The antagonistic activity of *L. lactis* IMB B-7352 against *X. campestris* B-4102 and *A. tumefaciens* B-1111 was studied by the method of agar blocks [21].

The effect of lactococcus on plants was studied in laboratory vegetation experiments in water culture. Wheat seeds of the Nador variety and the Madonna variety of peas were used as a test object. The seeds were sterilized in 1 % KMnO_4 solution, and then 30 seeds were laid out in Petri dishes on filter paper soaked in distilled water (control 1), 0.1 % solution of *L. lactis* IMB B-7352 culture liquid (control 2) and 0.1 % solutions of *L. lactis* IMB B-7352 culture liquid grown on MRS nutrient medium with the addition of nanoselenium at concentrations of 0.25 to 1.0 mg/l. Petri dishes were placed in a thermostat at a temperature of 25 ± 1 °C. Three replicates were used in each variant. The measurements of the growth parameters of plants (the length of the roots and the aerial part) were carried out on the 7th day using a metal ruler with a step of 0.05 cm. The growth parameters of plants were expressed as % of the control [22]. The experiments were carried out in 3-fold biological replication.

Statistical analysis of experimental data was carried out using Excel programs (Microsoft, USA) and Statistica 6.0 package. The results of the study were considered statistically significant at $p < 0.05$ [23].

Results and discussion

The introduction of MRS nanoselenium into the nutrient medium at concentrations of 0.25–1.0 mg/l influenced both the accumulation of biomass of the culture of the *L. lactis* IMB B-7352 strain and the timing of lactococcus passage through the main stages of development. In the lag phase (0–3 hours) between the control and experimental variants of the *L. lactis* IMB B-7352 strain, differences began to appear: the optical density of the variants of nanoselenium at a concentration of 0.5 and 0.75 mg/l nanoselenium exceeded the control by 10.8 % and 3.4 %, respectively (Fig. 1). In the growth acceleration phase (4–5 hours), the optical density of the culture in the variant – 0.5 mg/l was 25.1 % higher than the control, in the variants of nanoselenium

at a concentration of 0.25 and 0.75 mg/l – by 17.9 % and 19.1 %, respectively. The least stimulating activity on the *L. lactis* IMB B-7352 strain was shown by nanoselenium at a concentration of 1.0 mg/l: the excess of the control indicator in the lag phase was 6.1 %.

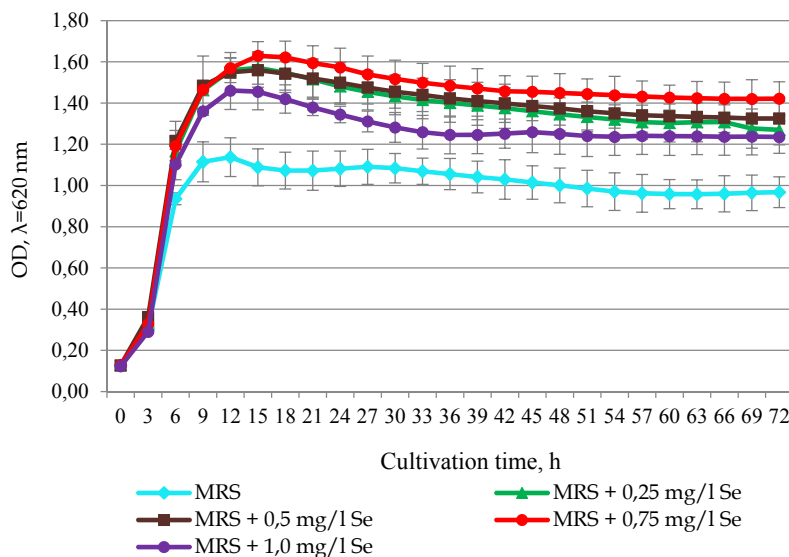


Fig. 1. Accumulation of *L. lactis* strain IMB B-7352 biomass on MRS nutrient medium nanoselenium

In the exponential growth phase, the optical density of variants with 0.25–0.75 mg/l nanoselenium exceeded the control by 27.8–32.0 %, while those with 1.0 mg/l nanoselenium exceeded the control by 20.1 %. In the phase of growth retardation in the experimental variants (0.25–0.75 mg/l nanoselenium), the optical density increased by 32.2–33.3 %, in the variant with 1.0 mg/l nanoselenium – by 23.6 %. In the stationary phase, the maximum value of optical density in the variants with 0.25–0.75 mg/l nanoselenium exceeded the control value by 37.3 %, 36.4 %, and 43.1 %, respectively, in the variant with 1.0 mg/l nanoselenium – by 28.3 %. A similar tendency for an increase in optical density persisted for 60 hours of cultivation: for variants with 0.25–0.75 mg/l nanoselenium, it was 36.2 %, 39.6 %, and 49.0 %, respectively. A nanoselenium concentration of 1.0 mg/l was inhibitory compared to 0.75 mg/l. There was no significant difference between the concentrations of 0.25 and 0.5 mg/l. All investigated concentrations have a significant difference with the control variant.

As a result of the studies, it was shown that the introduction of nanoselenium into the nutrient medium MRS did not affect the antagonistic activity of *L. lactis* IMB B-7352 in relation to *X. campestris* B-4102 and *A. tumefaciens* B-8833 (Table, Fig. 2). There were no significant differences in the zones of suppression of phytopathogenic microorganisms between different variants of the content of nanoselenium in the nutrient medium during cultivation of *L. lactis* IMB B-7352.

Antagonistic activity of *L. lactis* IMB B-7352 strains to *X. campestris* B-4102 and *A. tumefaciens* B-8833

Experience options	Zones of suppression of growth inhibition by <i>L. lactis</i> strain IMB B-7352	
	<i>X. campestris</i> B-41026	<i>A. tumefaciens</i> B-8833
MRS (control)	55.0±0.2	20.0±0.3
MRS + Se 0.25 mg/l Se ⁰	55.0±0.6	19.5±0.1
MRS + Se 0.50 mg/l Se ⁰	55.0±0.8	21.0±0.7
MRS + Se 0.75 mg/l Se ⁰	55.0±0.5	20.0±0.5
MRS + Se 1.00 mg/l Se ⁰	55.0±0.4	20.0±0.9

146

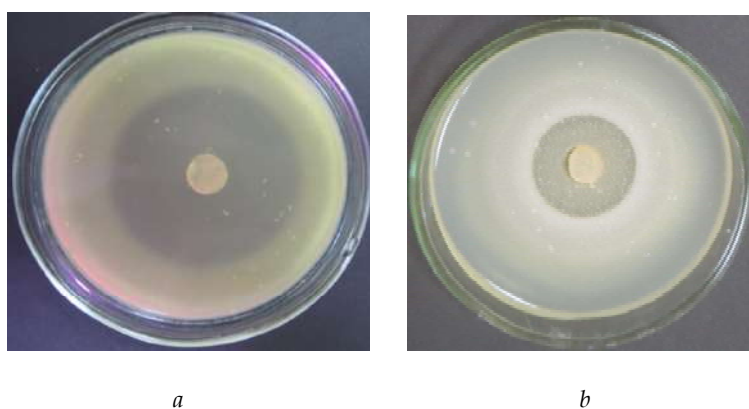


Fig. 2. Antagonistic activity of *L. lactis* IMB B-7352 to *X. campestris* B-4102 (a) and *A. tumefaciens* B-8833 (b)

The study of the influence of lactococcus on the growth performance of wheat plants of the Nador variety and the pea variety Madonna showed that the *L. lactis* IMB B-7352 strain, depending on the concentration of nanoselenium in the nutrient medium, has a stimulating effect on the length of roots and shoots. Thus, the *L. lactis* strain IMB B-7352 (control 2) stimulates the growth of roots and shoots by 11.51 and 7.1 % compared to control 1 (Fig. 2). The concentration of nanoselenium influenced the change in the morphometric parameters of wheat seedlings: the content of 0.25–0.50 mg/l Se⁰ in the medium increased the root length by 39.25 % and 47.43 % compared with control 1, and shoots — by 21, 6 % and 8.3 %. At the same time, the content of nanoselenium at a concentration of 0.75 mg/l of nanoselenium in the cultivation medium of *L. lactis* IMB B-7352 stimulated root growth by 14.01 % compared with control 1, while the shoot length decreased by 23.78 % compared to control 1 (Fig. 3, 4). *L. lactis* strain IMB B-7352 cultivated on a medium with 1.0 mg/l nanoselenium inhibited the growth of both roots and shoots of wheat.

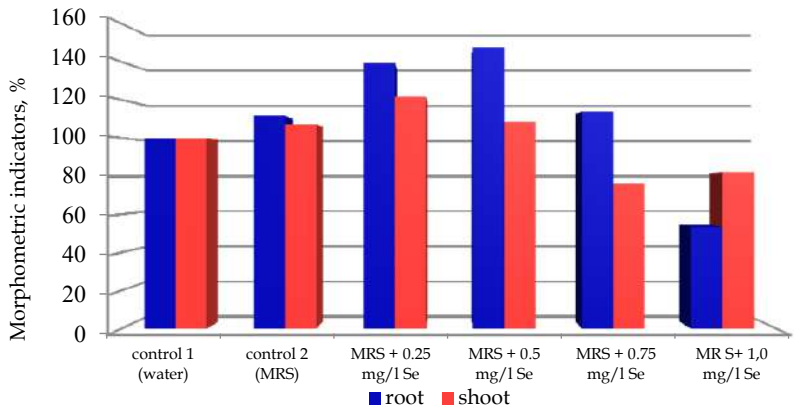


Fig. 3. Influence of *L. lactis* strain IMB B-7352, cultivated on MRS medium with different concentrations of nanoselenium, on the morphometric parameters of wheat plants of variety Nador

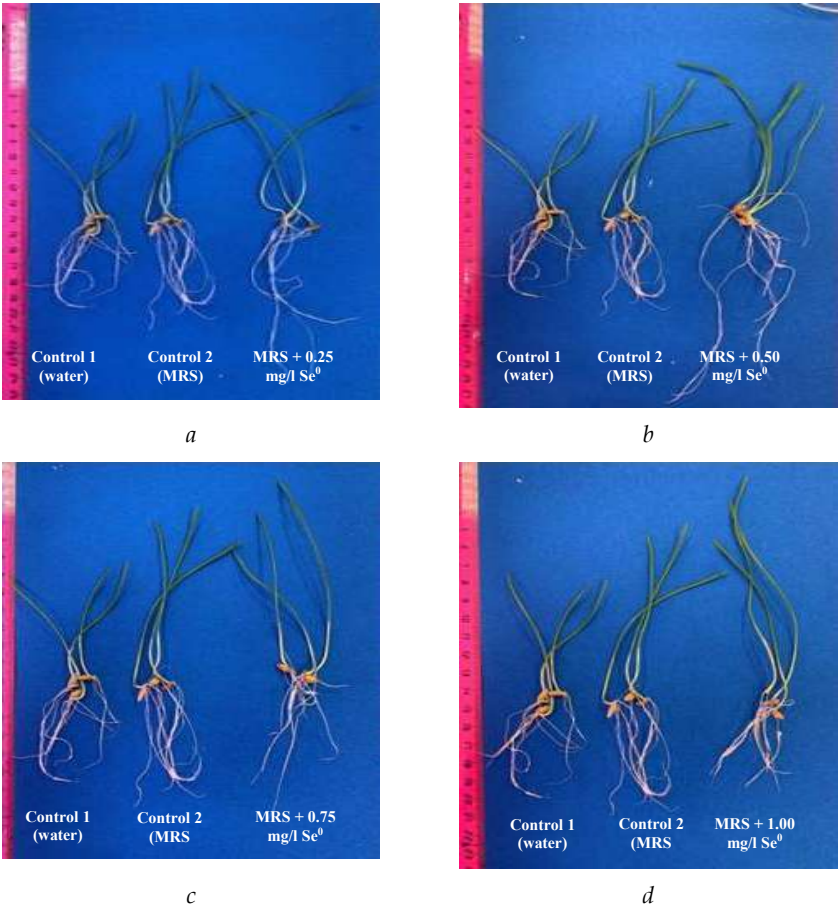


Fig. 4. Wheat plants of the variety Nador grown in a 0.1 % solution of *L. lactis* IMB B-7352, cultivated in MRS medium with various concentrations of nanoselenium:
a – 0.25 mg/l Se⁰, b – 0.50 mg/l Se⁰, c – 0.75 mg/l Se⁰, d – 1.00 mg/l Se⁰

Thus, during the cultivation of *L. lactis* IMB B-7352 on a nutrient medium with nanoselenium at a concentration of 0.25–0.50 mg/l, stimulation of the growth of shoots and roots of wheat plants was observed, and concentrations of 0.75 and 1.0 mg/l of nanoselenium in the nutrient medium had an inhibitory effect.

It was shown that all the studied concentrations of nanoselenium, introduced into the nutrient medium MRS with *L. lactis* IMB B-7352, had a stimulating effect on the growth processes of the Madonna variety (Fig. 5).

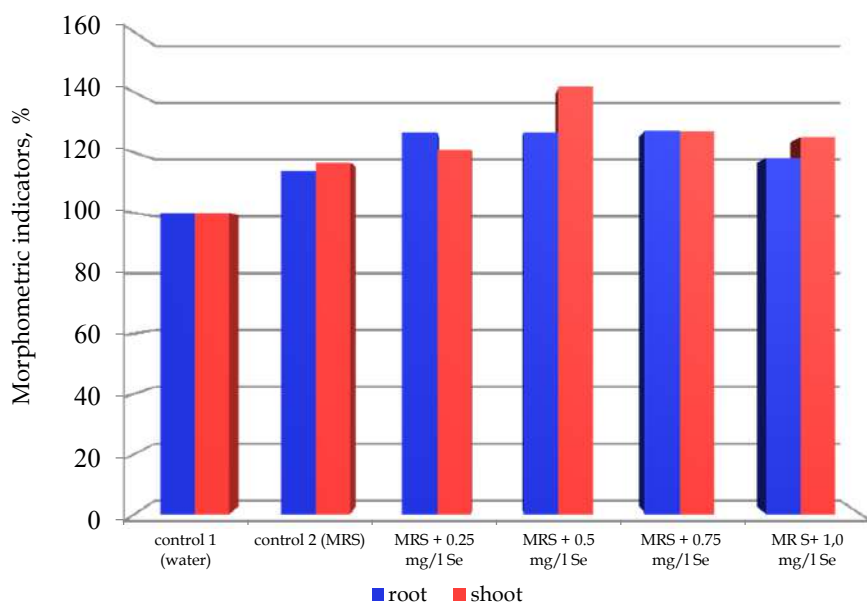


Fig. 5. Influence of *L. lactis* strain IMB B-7352, cultivated on MRS medium with different concentrations of nanoselenium on the morphometric parameters of pea plants of the Madonna variety

The concentration of nanoselenium in the nutrient medium 0.25–0.5 mg/l stimulated the growth of roots by 26 %, and shoots — by 20.83 % and 41.67 % compared to control 1. The content of nanoselenium at a concentration of 0.75 mg/l during cultivation of *L. lactis* IMB B-7352 strain stimulated root growth by 27.18 %, and shoot — by 27.08 % compared to control 1 (Fig. 6). Concentration of 1.0 mg/l nanoselenium in comparison with control 1 stimulated the growth of roots and shoots of peas by 18.06 % and 25.0 %, respectively.

Thus, cultivation on a nutrient medium *L. lactis* IMB B-7352 with nanoselenium at a concentration of 0.25–0.75 mg/l stimulates the growth of pea plants of the seed variety Madonna.



Fig. 6. Plants of the Madonna variety, grown in a 0.1 % solution of *L. lactis* IMB B-7352, cultivated in MRS medium with various concentrations of nanoselenium:

a – control 1, *b* – control 2, *c* – 0.25 mg/l Se⁰, *d* – 0.50 mg/l Se⁰,
e – 0.75 mg/l Se⁰, *f* – 1.00 mg/l Se⁰

Discussion

Microorganisms can assimilate elemental selenium Se⁰ and form organoselenium compounds [24]. Selenium is a component of glutathione peroxidase, thyroid reductase, and selenocysteine of the 21st amino acid, which is involved in the biosynthesis of cysteine (Cys) and redox reactions [25]. However, there is a narrow range between the concentration of Se⁰ at which it is beneficial and that at which it is toxic. In our studies, it was shown that cultivation of *L. lactis* IMB B-7352 on a MRS nutrient medium with 0.25–0.50 mg/l of nanoselenium led to the stimulation of the growth parameters of both the bacterial culture itself and test cultures of plants grown on it.

Studies carried out on *B. subtilis* IMV B-7392 showed that nanoselenium at concentrations of 0.2 mg / l did not cause changes in the growth of the bacterial culture, but significantly increased the yield of biologically active substances. Incubation of *B. subtilis* IMV B-7392 with nanoselenium resulted in its rapid uptake by the culture of *B. subtilis* IMV B-7392. At the same time, the permeability of the outer membrane of the cell temporarily increased



without rupture, nanoparticles penetrated into the cell and attached to their cell structures. After a 30-minute incubation, bubble formation was observed on the cell surface [26].

The introduction of nanoselenium into nutrient media for bacteria of the genus *Lactobacillus* significantly (up to 37.5 %) increased the antimicrobial activity of lactobacilli in relation to phytopathogens [26], fungi of the genus *Candida*. Selenium can induce the production of such exometabolites as lactic and acetic acids, hydrogen peroxide, carbon monoxide (IV), bacteriocins and / or induce the synthesis of new antimicrobial compounds [28].

Today some types of lactobacilli can biotransformation inorganic selenium into its organic derivatives. Lactic acid bacteria can naturally synthesize selenium nanoparticles and assimilate exogenous nanoparticles [29–32]. Due to the fact that lactic acid bacteria can ensure the conversion of inorganic selenium into its organic forms, they can be used as selenium-containing probiotics [33–35]. At the same time, lactic acid bacteria stimulate the growth and development of plants, since they have a positive effect on the efficiency of absorption of nutrients by the plant, suppression of soil pathogens, and a decrease in the impact of stress factors [18; 36]. The inoculation of agricultural crops with microorganisms or microbial preparations enriched with nanoselenium, against the background of a reduction in the use of mineral fertilizers, herbicides and insecticides, is an urgent and promising direction, which is becoming increasingly important in modern agriculture.

Conclusion

It has been shown that the introduction of MRS nanoselenium into the nutrient medium at a concentration of 0.25–0.75 mg/l is not toxic to the culture of *L. lactis* IMB B-7352 and does not exhibit bactericidal or bacteriostatic action. The experiments have shown the possibility of using nanoselenium as a component of a nutrient medium for cultivation of *L. lactis* IMB B-7352 in order to use the strain for the production of a microbial preparation aimed at stimulating plant growth processes.

References

1. Pogacean M., Gavrilescu M. Plant protection products and their sustainable and environmentally friendly use // Environmental Engineering and Management Journal. 2009. Vol. 8, №3. P. 607–627. doi: 10.30638/eemj.2009.084.
2. Egorov N.P., Shafronov O.D., Egorov D.N., Suleimanov E.V. Development and implementation of an experimental assessment of the effectiveness of the use of new types of fertilizers in crop production, obtained using nanotechnology // Bulletin of Nizhny Novgorod University named after N.I. Lobachevskiy. 2008. №6. P. 94–99.
3. Nurminskii V.N., Perfil'eva A.I., Kapustina I.S. et al. Growth-stimulating activity of selenium nanocomposites in natural polymer matrices during germination of seeds of cultivated plants // Reports of the Russian Academy of Sciences. Life sciences. 2020. Vol. 495. P. 607–611. doi: 10.31857/S2686738920060207.
4. Cremonini E., Zonaro E., Donini M. et al. Biogenic selenium nanoparticles: characterization, antimicrobial activity and effects on human dendritic cells and fibroblasts // Microbial Biotechnology. 2016. Vol. 9, №6. P. 758–771. doi: 10.1111/1751-7915.12374.



5. Perfilova A. I., Nozhkina O. A., Graskova I. A. et al. Selenium nanocomposites having polysaccharid matrices stimulate growth of potato plants *in vitro* infected with ring rot pathogen // Reports of Biological Sciences. 2019. Vol. 489, №1. P. 184–188. doi: 10.31857/S0869-56524893325-330.

6. Zhao L., Lu L., Wang A. et al. Nano-Biotechnology in Agriculture: Use of Nano-materials to Promote Plant Growth and Stress Tolerance // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2020. Vol. 68, №7. P. 1935–1947. doi: 10.1021/acs.jafc.9b06615.

7. Nikonov I. N., Folmanis J. G., Kovalenko L. V. et al. Biological activity of nanoscale colloidal selenium // Reports of Biochemistry and Biophysics. 2012. Vol. 447. P. 297–299. doi: 10.1134/S1607672912060075.

8. Nozhkina O. A., Perfilova A. I., Graskova I. A. et al. The biological activity of a selenium nanocomposite encapsulated in carrageenan macromolecules with respect to ring rot pathogenesis of potato plants // Nanotechnologies in Russia. 2019. Vol. 14, №5-6. P. 255–262. doi: 10.1134/S1995078019030091.

9. Mangiapane E., Lamberti C., Pessione A. et al. Selenium effects on the metabolism of a Se-metabolizing *Lactobacillus reuteri*: analysis of envelope-enriched and extracellular proteomes // Molecular BioSystems. 2014. Vol. 10, №6. P. 272–1280. doi: 10.1039/C3MB70557A.

10. Fernando G. M., Gustavo M.-M., Micaela P. et al. Biotransformation of Selenium by Lactic Acid Bacteria: Formation of Seleno-Nanoparticles and Seleno-Amino Acids // Frontiers Bioengineering and Biotechnology. 2020. Vol. 8. P. 1–17. doi: 10.3389/fbioe.2020.00506.

11. Atanassova M., Dalgarrondo M., Choiset Y. et al. Isolation and partial biochemical characterization of a proteinaceous anti-bacteria and anti-yeast compound produced by *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* strain M3 // International Journal of Food Microbiology. 2003. Vol. 87, №1-2. P. 63–73. doi: 10.1016/S0168-1605(03)00054-0.

12. Stoyanova L., Ustiugova E., Netrusov A. Antibacterial metabolites of lactic acid bacteria: Their diversity and properties // Appl. Biochem Microbiol. 2012. Vol. 48. P. 229–243. doi: 10.1134/S0003683812030143.

13. Kashket E. R. Bioenergetic of lactic acid bacteria: Cytoplasmic pH and osmotolerance // FEMS Microbiol. Reviews. 1987. Vol. 46. P. 233–244.

14. Zlotnikov K., Kaparullina E., Doronina N. Phylogenetic position and phosphate solubilization activity of lactic acid bacteria associated with different plants // Microbiology. 2013. Vol. 82, №3. P. 376–9. doi: 10.1134/S0026261713030144.

15. Higa T., Kinjo S. Effect of lactic acid fermentation bacteria on plant growth and soil humus formation // First International Conference on Kyusei Nature Farming. Khon Kaen, Thailand. Retrieved from. 1989.

16. Ruiz Rodríguez L., Mohamed F., Bleckwedel J. et al. Diversity and Functional Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated From Wild Fruits and Flowers Present in Northern Argentina. Front // Microbiology. 2019. Vol. 21. doi: 10.3389/fmicb.2019.01091.

17. Lamont J., Wilkins O., Bywater-Ekegård M. et al. From yogurt to yield: Potential applications of lactic acid bacteria in plant production // Soil Biology and Biochemistry. 2017. Vol. 111. P. 1–9. doi: 10.1016/j.soilbio.2017.03.015.

18. Strafella S., Simpson D., Khanghahi M. et al. Comparative Genomics and In Vitro Plant Growth Promotion and Biocontrol Traits of Lactic Acid Bacteria from the Wheat Rhizosphere // Microorganisms. 2021. Vol. 9. P. 78. doi: 10.3390/microorganisms9010078.

19. Schleifer K. H., Kraus J., Dvorak C. et al. Transfer of *Streptococcus lactis* and related streptococci to the genus *Lactococcus* gen. nov // Syst. Appl. Microbiol. 1985. Vol. 6. P. 183–195. doi: 10.1016/S0723-2020(85)80052-7.



20. Yurkova I.N., Panova E.P., Panov D.A., Omel'chenko A.V. A method for obtaining a watersoluble composition of nanoparticles containing selenium nanoparticles. Patent RF, №159620 ; 2013.
21. Sagi Y. Methods of soil microbiology / trans. from the veng. I.F. Kurenniy. M., 1983.
22. Gritsayenko Z.M., Gritsayenko A.A., Karpenko V.P. Methods of biological and agrochemical research of plants and soils. K., 2003.
23. Trukhacheva N. Mathematical statistics in biomedical research using the Statistica package. M., 2012.
24. Palomo-Siguero M., Madrid Y. Exploring the behavior and metabolic transformations of SeNPs in exposed lactic acid bacteria. Effect of nanoparticles coating agent // International Journal of Molecular Sciences. 2017. Vol. 18, №8. P. 1712.
25. Mehdi Y., Hornick J.L., Istasse L. et al. Selenium in the environment, metabolism and involvement in body functions // Molecules. 2013. Vol. 18, №3. P. 3292 – 3311.
26. Tymoshok N.O., Kharchuk M.S., Kaplunenko V.G. et al. Evaluation of effects of selenium nanoparticles on *Bacillus subtilis* // Regul. Mech. Biosyst. 2019. Vol. 10, №4. P. 544 – 552. doi: 10.15421/021980.
27. Omelchenko A.V., Rzhetskaya V.S., Kryzhko A.V. et al. The effect of nanoselenium as a component of the nutrient medium on the main parameters of cultivation and antagonistic activity of bacteria of the genus *Lactobacillus* // Izvestiya VUZov. Applied chemistry and biotechnology. 2021. Vol. 11, №1. P. 125 – 135. doi: 10.21285/2227-2925-2021-11-1-125-135101.
28. Kheradmand E., Yazdi M., Shahverdi A. et al. The antimicrobial effects of selenium nanoparticle-enriched probiotics and their fermented broth against *Candida albicans* // Journal of Pharmaceutical Sciences. 2014. Vol. 22, №1. P. 48. doi: 10.1186/2008-2231-22-48.
29. Xia S.K., Chen L., Liang J.Q. Enriched selenium and its effects on growth and biochemical composition in *Lactobacillus bulgaricus* // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2007. Vol. 55, №6. P. 2413 – 2417. doi: 10.1021/jf062946j.
30. Pescuma M., Gomez-Gomez B., Perez-Corona T. et al. Food prospects of selenium enriched *Lactobacillus acidophilus* CRL 636 and *Lactobacillus reuteri* CRL 1101 // Journal of Functional Foods. 2017. Vol. 35. P. 466 – 473. doi: 10.1016/j.jff.2017.06.009.
31. Moreno-Martin G., Pescuma M., Pérez-Corona T. et al. Determination of size and mass-and number-based concentration of biogenic SeNPs synthesized by lactic acid bacteria by using a multimethod approach // Analytica Chimica Acta. 2017. Vol. 992. P. 34 – 41. doi: 10.1016/j.aca.2017.09.033.
32. Kurek E., Ruszczyńska A., Wojciechowski M. et al. Bio-transformation of selenium in Se-enriched bacterial strains of *Lactobacillus casei* // Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. 2016. Vol. 67, №3. P. 253 – 262.
33. Jin W., Yoon C., Johnston T.V. et al. Production of selenomethionine-enriched *Bifidobacterium bifidum* BGN4 via sodium selenite biocatalysis // Molecules. 2018. Vol. 23 (11). P. 2860.
34. Pophaly S.D., Poonam, Singh P. et al. Selenium enrichment of lactic acid bacteria and bifidobacteria: a functional food perspective // Trends in Food Science & Technology. 2014. Vol. 39, №2. P. 135 – 145. doi: 10.1016/j.tifs.2014.07.006.
35. Zambonino M.C., Quizhpe E.M., Jaramillo F.E. et al. Green synthesis of selenium and tellurium nanoparticles: current trends, biological properties and biomedical applications // International Journal of Molecular Sciences. 2021. Vol. 22, №3. P. 989. doi: 10.3390/ijms22030989.
36. Zee J., Patterson S., Wiseman S. Is hepatic oxidative stress a main driver of dietary selenium toxicity in white sturgeon // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2016. Vol. 133. P. 334 – 340.



The authors

Viktoriya S. Rzhetskaya, graduate student, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia.

E-mail: viktoriyar45@mail.ru

ORCID: 0000-0003-4788-0407

SPIN-код: 1399-5542

Dr. Aleksandr V. Omelchenko, Associate Professor, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia.

E-mail: omelchenko_tnu@mail.ru

ORCID: 0000-0002-9490-622X

SPIN-код: 7161-8836

153

Dr. Denis A. Panov, Associate Professor, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia.

E-mail: despanov@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7186-7531

SPIN-код: 3874-4860

В. С. Ржевская, А. В. Омельченко, Д. А. Панов

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА НА ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ И ФИТОСТИМУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА *LACTOCOCCUS LACTIS*

Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского,
Симферополь, Россия

Поступила в редакцию 13.01.2025 г.

Принята в печать 23.03.2025 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-9

Для цитирования: Ржевская В. С., Омельченко А. В., Панов Д. А. Влияние наночастиц селена на основные параметры культивирования и фитостимулирующие свойства *Lactococcus lactis* // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2025. №2. С. 142 – 154. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-9.

Цель исследования – изучение влияния наночастиц селена на основные параметры культивирования и фитостимулирующие свойства *Lactococcus lactis* IMB B-7352. Культивирование *L. lactis* IMB B-7352 проводили на питательной среде MRS с добавлением наноселена в концентрациях 0,25; 0,5; 0,75 и 1,0 мг/л (по селену). Антагонистическую активность штамма *L. lactis* IMB B-7352 оценивали по отношению к культурам фитопатогенных бактерий методом агаровых блоков. Установлено, что оптимальной стимулирующей активностью по накоплению биомассы культуры *L. lactis* IMB B-7352 обладает наноселен в концентрации 0,75 мг/л. Изучение антагонистической активности *L. lactis* IMB B-7352 показало, что зона угнетения роста *X. campestris* B-4102 составила 55,0 мм, а *A. tumefaciens* B-8833 – 20,0 мм. При добавлении МРС-наноселена в питательную среду достоверных различий в зонах подавления фитопатогенных бактерий не выявлено. Показано стимулирующее влияние штамма *L. lactis* IMB B-7352, культивируемого на среде MRS с наноселеном, на параметры роста рас-



тений пшеницы и гороха. Установлено, что концентрации наноселена в среде MRS 0,25–0,5 мг/л являются оптимальными для стимуляции роста растений. Впервые показана эффективность внесения наноселена в питательную среду для выращивания лактококков, используемого для стимуляции роста растений. Проведенные эксперименты перспективны для разработки микробных препаратов для растениеводства.

Ключевые слова: наноселен, штамм, *Lactococcus lactis*, фитопатогенные бактерии, *Xanthomonas campestris*, *Agrobacterium tumefaciens*, антагонистическая активность, стимуляция роста растений

Об авторах

154

Виктория Степановна Ржевская — аспирант, Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Россия.

E-mail: viktoriyar45@mail.ru

ORCID: 0000-0003-4788-0407

SPIN-код: 1399-5542

Александр Владимирович Омельченко — канд. биол. наук, доц., Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Россия.

E-mail: omelchenko_tnu@mail.ru

ORCID: 0000-0002-9490-622X

SPIN-код: 7161-8836

Денис Александрович Панов — канд. хим. наук, доц., Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Россия.

E-mail: despanov@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7186-7531

SPIN-код: 3874-4860

ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ В ВЕСТНИКЕ БФУ им. И. КАНТА

Серия: Естественные и медицинские науки



Правила публикации статей в журнале

1. Представляемая для публикации статья должна быть актуальной, обладать новизной, содержать постановку задач (проблем), описание основных результатов исследования, полученных автором, выводы, а также соответствовать правилам оформления.

2. Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не публиковавшимся ранее в других изданиях. При отправке рукописи в редакцию журнала автор автоматически принимает на себя обязательство не публиковать ее ни полностью, ни частично без согласия редакции.

3. Рекомендованный объем статьи — не менее 20 тыс. знаков с пробелами.

4. Все присланные в редакцию работы проходят двойное «слепое» рецензирование, а также проверку системой «Антиплагиат», по результатам которых принимается решение о возможности включения статьи в журнал. Рецензентами выступают как члены редакционной коллегии журнала, так и внешние эксперты.

5. Статьи на рассмотрение принимаются в режиме онлайн. Для этого авторам нужно зарегистрироваться на портале Единой редакции научных журналов БФУ им. И. Канта <https://journals.kantiana.ru/submit/> и следовать подсказкам в разделе «Подать статью онлайн».

6. Решение о публикации (или отклонении) статьи принимается редакционной коллегией журнала после ее рецензирования и обсуждения.

7. Автор имеет право публиковаться в одном выпуске журнала один раз; второй раз — в соавторстве (в исключительном случае и только по решению редакционной коллегии).

8. Плата за публикацию рукописей не взимается.

Комплектность и форма представления авторских материалов

1. Статья должна содержать следующие элементы:

а) индекс УДК — должен достаточно подробно отражать тематику статьи (основные правила индексирования по УДК см.: <http://www.naukapro.ru/metod.htm>);

б) название статьи строчными буквами на русском и английском языках (*до 12 слов*);

в) аннотацию на русском и английском языках (*150 – 250 слов, то есть 500 печатных знаков*). Располагается перед ключевыми словами после заглавия;

г) ключевые слова на русском и английском языках (*4 – 8 слов*). Располагаются перед текстом после аннотации;

д) список литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. Должен включать от 15 до 30 источников, не менее 50 % которых должны представлять современные (не старше 10 лет) публикации в изданиях, рецензируемых ВАК, и (или) в международных изданиях. Оптимальный уровень самоцитирования автора — не выше 10 % от списка использованных источников;

е) сведения об авторах на русском и английском языках (ФИО полностью, ученые степени, звания, должность, место работы (организация, город, страна), e-mail, ORCID);

ж) сведения о языке текста, с которого переведен публикуемый материал.

2. Ссылки на литературу в тексте статей даются только в квадратных скобках с указанием номера источника из списка литературы, приведенного в конце статьи: первая цифра — номер источника, вторая — номер страницы (например: [12, с. 4]).

3. Рукописи, не отвечающие требованиям, изложенным в пункте 1, в печать не принимаются, не редактируются и не рецензируются.

Общие правила оформления текста

Авторские материалы должны быть подготовлены *в электронной форме* в формате листа А4 (210 × 297 мм).

Все текстовые авторские материалы принимаются исключительно в формате *doc* и *docx* (Microsoft Office).

Подробная информация о правилах оформления текста, в том числе таблиц, рисунков, ссылок и списка литературы, размещена на сайте Единой редакции научных журналов БФУ им. И. Канта: <https://journals.kantiana.ru/vestnik/nature/rules/>.

Порядок рецензирования рукописей статей

1. Редакционная коллегия журнала «Вестник БФУ им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки» осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания в течение 5 лет.

2. Ответственный редактор журнала определяет соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на рецензирование специалисту, доктору или кандидату наук, имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию.

3. Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются ответственным редактором с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи.

4. В рецензии освещаются следующие вопросы:

- а) степень интереса тематики для читателей журнала;
- б) степень оригинальности статьи;
- в) точность и адекватность представленной информации;
- г) знание существующего состояния дел по данной проблематике;
- д) стиль и манера изложения;
- е) логичность построения статьи.

5. Рецензирование проводится конфиденциально. Автор рецензируемой статьи может ознакомиться с текстом рецензии. Нарушение конфиденциальности допускается только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.

6. Если в рецензии содержатся рекомендации по исправлению и доработке статьи, ответственный редактор направляет автору текст рецензии с предложением учесть их при подготовке нового варианта статьи или аргументированно (частично или полностью) их опровергнуть. Доработанная (переработанная) автором статья повторно направляется на рецензирование.

7. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Текст отрицательной рецензии направляется автору по электронной почте.

8. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редколлегией журнала.

9. После принятия редколлегией журнала решения о допуске статьи к публикации ответственный редактор информирует об этом автора и указывает сроки публикации.

10. Текст рецензии направляется автору по электронной почте.

11. Редакция журнала «Вестник БФУ им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки» направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении в редакцию издания соответствующего запроса.

Научное издание

ВЕСТНИК
БАЛТИЙСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. И. КАНТА

Серия
Естественные и медицинские науки

2025

№ 2

Редактор *Е. Т. Иванова*
Компьютерная верстка *Г. И. Винокуровой*

Подписано в печать 04.06.2025 г.
Формат 70×108 1/16. Усл. печ. л. 13,7
Тираж 40 экз. Цена свободная. Заказ 60

Издательство Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта
236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14