

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
КРЫМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА имени В. И. ВЕРНАДСКОГО.
ГЕОГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЯ

Научный журнал

Том 11 (77). № 3

Журнал «Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология» является историческим правопреемником журнала «Ученые записки Таврического университета», который издается с 1918 г.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского
Симферополь, 2025

ISSN 2413-1717

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ №ФС77 – 61806 от 18 мая 2015 года Выдано
Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и
массовых коммуникаций

**Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» Печатается по
решению Научно-технического совета**

ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», протокол № 6 от «08» октября 2024 г.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть
опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, группа научных специальностей
1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение (географические науки), 1.6.9.
Геофизика (геолого-минералогические науки), 1.6.12. Физическая география и биогеография,
география почв и геохимия ландшафтов (географические науки), 1.6.13. Экономическая,
социальная, политическая и рекреационная география (географические науки), 1.6.14.
Геоморфология и палеогеография (географические науки), 1.6.21. Геоэкология
(географические науки), а также в систему «Российский индекс научного цитирования»
(РИНЦ).

Адрес учредителя и издателя: 295007, Республика Крым, г. Симферополь, пр-т Академика
Вернадского, д. 4.

**Редакционная коллегия журнала «Ученые записки Крымского федерального
университета имени В. И. Вернадского. География. Геология» (утверждена решением
Научно-технического совета Крымского федерального университета
имени В. И. Вернадского, протокол №2 от «14» марта 2023 г.)**

Главный редактор – Вахрушев Борис Александрович, д. г. н., профессор

Аркадьев В.В., д.г.-м.н, профессор

Амеличев Г.Н., к. г. н., доцент

Боков В.А., д. г. н., профессор

Вольфман Ю.М., д. г.-м. н.,

профессор

Вольхин Д.А., к.г.н. (ответственный
секретарь)

Воронин И.Н., д. г. н., профессор

Дружинин А.Г., д. г. н., профессор

Ергина Е.И., д. г. н., профессор

Ибрагимов А. И. Оглы, д.г.н,

профессор (Азербайджан)

Кочуров Б.И., д.г.н., профессор

Линник В.Г., д.г.н, с.н.с.

Лисецкий Ф.Н., д.г.н., профессор

Никитина М.Г., д. г. н., д. э. н., профессор

Плохих Р.В., д.г.н., доцент (Казахстан)

Позаченюк Е.А., д. г. н., профессор

Попкова Л.И., д. г. н., доцент

Пустовитенко Б.Г., д. ф.-м. н., с.н.с.

Райко Гнято, д.г.н., профессор

(Республика Сербская)

Совга Е.Е., д.г.н., с.н.с.

Старожилов В.Т., д.г.н., профессор

Страчкова Н.В., к. г. н., доцент

Холощев А.В., д. г. н., профессор

Шаповалов Ю.Б., д.г.-м.н., с.н.с.

Швец А.Б., к. г. н., доцент

Юдин В.В., д.г.-м.н., профессор

Яковенко И.М., д. г. н., профессор

Подписано в печать _____.2025. Формат 70x100/16 Объем 14,5 усл. п. л. Заказ № _____. Цена: Бесплатно.
Тираж ____ экз. Дата выхода в свет _____.2025 Адрес редакции: 295007, г. Симферополь, проспект Вернадского, 4
Отпечатано в Издательском доме ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского»
Адрес типографии: 295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7 <http://sn-geography.cfuv.ru>

РАЗДЕЛ 1.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ
И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 338.48

**АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И БУДУЩЕЕ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ НА
ФОНЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПЛЯЖНОГО ТУРИЗМА В РОССИИ**

Борисов Д. А.¹, Голубченко И. В.²

*^{1,2} Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте
Российской Федерации, Москва, Российская Федерация
E-mail: ¹borisov.dmit@yandex.ru, ²iv.golubchenko@igsu.ru*

Исследование посвящено вопросам трансформации пляжного туризма в Европейской части России через повышение роли пресноводных водоемов по мере развития глобального потепления в течение XXI века. На основе социопроса сотрудников РАНХиГС рассматриваются перспективы перехода туристов к пляжному отдыху на побережьях рек и озер в России. Через мнение респондентов анализируются современные туристические предпочтения россиян в отношении пляжей морей и пресноводных водоемов, проводится сопоставление ожиданий от данных групп пляжей по пляжной инфраструктуре (вопросы гигиены, безопасности), развитости коллективных средств размещения (КСР) прибрежных территорий, вариантам досуга, климатическим особенностям местности, состоянию воды и стоимости отдыха. Представлены результаты моделирования и прогнозирования трансформации турпотока, обусловленной изменением климата, на основе процесса перераспределения спроса между курортами южных регионов России весной-летом 2025 г. вследствие разлива мазута в Черном море и недоступности побережья Анапы. Выявлены перспективы различных видов пляжного отдыха в России и сформулированы рекомендации в отношении государственно-частного партнерства, которые подготовят основу для роста спроса на речные и озерные курорты.

Ключевые слова: пляжный туризм, речные и озерные курортные зоны, трансформация туризма, современный туризм, туризм в России, прогнозы в туризме.

ВВЕДЕНИЕ

Туризм, согласно Федеральному закону от 24.11.1996 г. №132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации», определяется как временные выезды (путешествия) граждан Российской Федерации, иностранных граждан и лиц без гражданства с постоянного места жительства в лечебно-оздоровительных, рекреационных, физкультурно-спортивных, профессионально-деловых и иных целях без занятия деятельностью, связанной с получением дохода от источников в стране (месте) временного пребывания [1]. Существует определение туризма, предложенное ЮНВТО, считающее туризм разновидностью путешествий, а туриста — разновидностью путешественника [2].

С учетом тематики исследования нас интересует именно пляжный туризм. В международной практике к нему ближе всего понятие прибрежный (coastal) туризм. Однако в отличие от российской трактовки, где подразумеваются именно пляжи морских побережий, ЮНВТО вкладывает в это понятие в том числе и пресноводные пляжи, на которых осуществляется туристическая деятельность (не только купание,

но и другой досуг). С ним зачастую рассматриваются морской (maritime) и внутренний водный (inland water tourism). Эти два вида туризма осуществляются непосредственно на воде. В случае морского это яхтинг, катание на катамаране и др., а в случае внутреннего водного, например, сплавы по рекам [3].

Тема туризма, связанного с водой, хорошо освещена в российской и мировой науке. Так, в исследовании Дмитровского Д. и др. рассматривается вопрос о круизном туризме и его влиянии на развитие прибрежных и морских районов [4]. Экологические последствия прибрежного туризма для морской среды через оценку изменения показателей химического потребления кислорода (COD), азотного загрязнения (NHN), загрязнения нефтепродуктами (ПЕТ) и загрязнения фосфором (ТР) в зависимости от доходов территории, получаемых от прибрежного туризма, исследуют Сина Дж. и Сингонг Д. на примере 11 побережий Китая [5]. Схожие экологические аспекты прибрежного туризма через призму коммерческого использования территории рассматриваются в статье П.Д. Джозефа и П. Паккеераппы, в этом случае за основу брались данные пяти индийских пляжей, которые по причине ряда ошибок уступали по привлекательности соседним Гоа и Керала [6]. Вопросам воздействия туризма на окружающую среду вместе с комплексными подходами к управлению прибрежными и морскими пространствами, включающими вклад туризма, и стратегиях для устойчивого управления данной отраслью посвящено исследование М. Холла [7].

Прибрежный туризм влияет не только на ландшафты побережий, но и на социально-экономические показатели территории. А.Х. Бхуйян и А. Дарда на примере Бангладеш показали роль осуществления туристической деятельности в обеспечении средств к существованию для местного населения и обеспечения его адаптивности к изменениям в прибрежных районах, при этом отметили низкий уровень его вовлеченности в управление развитием отрасли [8]. Этот вид туризма в привязке к общественным процессам освещается и в работе Г.С. Ачеркара. Он концентрируется на роли государства в урегулировании негативного воздействия туризма на жизнь людей, отмечая такие факторы, как приток мигрантов и связанную с ним социальную неопределенность, проблемы низкого уровня развития инфраструктуры при росте числа ее пользователей, и предлагает делать ставку в обеспечении отрасли именно на местных, интересы которых будут учитываться в том числе и бизнесом [9]. Об экономическом и экологическом развитии территорий посредством прибрежного и морского туризма через анализ программ, реализуемых местными органами власти, говорится в работе Х.В. Барроса и др. В основу исследования легли результаты опроса местного населения, который выявил значимость такого туризма для людей на фоне недопонимания политики в этой сфере, что ведет к необходимости большего внимания к проблемам перенаселенности и загрязнения окружающей среды [10].

Библиометрическому анализу развития морского и прибрежного туризма в мире в целом посвящена работа Д. Пейли и др., проведенная по 4 ключевым темам: устойчивому развитию такого туризма, его влиянию на туристические направления, управлению в этой сфере и ее поддержке, а также влиянию на нее со стороны изменяющегося климата [11].

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основанием для данного исследования стала предыдущая работа, посвященная смещению климатических поясов по мере глобального потепления в течение XXI века. На основе климатической модели CMIP-6 было установлено, что при реализации 3 или 4 сценариев, подразумевающих повышение воздействия солнечной радиации на 3–7,0 Вт/м² и 5–8,5 Вт/м² соответственно, пояс комфортных для туризма температур сместится на территорию Центральной России, потепление затронет и побережья северных морей: Белого, а в особенности Балтийского на побережье в Калининградской области. Там среднесуточные температуры в летние месяцы практически сравнятся с показателями побережья Азовского моря, наблюдаемыми в наши дни [12].

Такое смещение непосредственно затронет туристическую отрасль. Во-первых, традиционные направления российского пляжного отдыха, наиболее популярные сейчас в летние месяцы, станут излишне жаркими для части туристов (климат лета сравнится с современным Дубаем и Шарм-эль-Шейхом), что приведет к смещению спроса на них на более комфортные месяцы: конец весны, а также увеличенный бархатный сезон, который станет охватывать период до ноября. Во-вторых, в летние месяцы можно ожидать переориентации туристических потоков в более высокие широты. Климат балтийского побережья в Калининградской области станет схожим с тем, что сейчас наблюдается на Азовском море, к тому же, увеличится пригодный для пляжного отдыха период по территории Восточно-Европейской равнины, которая отличается высокой плотностью речной сети. Если Балтийское море наращивает популярность из года в год уже сейчас, хотя не только по причине развития пляжного отдыха, то внутренние воды европейской части России зачастую «находятся в тени» крупных морских курортов.

В связи с этим было решено изучить, каким потенциалом обладают пресноводные пляжи рек и озер в России сейчас и насколько туристы готовы к тому, чтобы выбрать для отдыха именно их в сравнении с российскими и зарубежными направлениями морского отдыха. В качестве основного метода исследования был выбран сощопрос. Опрос был проведен в январе 2025 года, выборка составила 260 человек, респондентами стали сотрудники Президентской Академии (РАНХиГС) в Москве, что позволило выявить мнение экономически активного населения, самостоятельно выбирающего туристические маршруты и представляющего различные регионы России.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование Центра изучения потребительского поведения, проведенное в 2024 году, установило, что 91% отдыхающих в России своим приоритетом считают именно пляжный отдых на море [13]. Это практически точно подтвердил и наш опрос: независимо от того, бывают там респонденты или нет, морские пляжи собрали 90% предпочтений, в то время как реки — только 10%. Несмотря на повсеместное распространение идеи о пляжном отдыхе как неотъемлемой части отпускного сезона,

опрос показал, что это не для всех так. Медианное (наиболее распространенное) значение в вопросе о значимости такого туризма вне зависимости от морского или пресноводного побережья составило 4 из 5 баллов, а среднее арифметическое — 3,91. Интересно отметить, что среди любителей моря этот показатель равен 3,99, в то время как сторонники отдыха на реках в среднем оценили значимость отдыха на пляже на 3,14 баллов с медианой 3. Это можно трактовать с той точки зрения, что реки и озера в представлении населения связываются не только с купанием, но обладают привлекательностью для сторонников активного отдыха: рыбалки, походов и др.

Данные таблицы 1 показывают значительное превосходство Черного моря над всеми другими побережьями России. В этом вопросе необходимо отметить, что низкая популярность северной части черноморского побережья (от Джубги до Анапы) может быть обусловлена разливом мазута, который произошел перед проведением опроса и, по мнению некоторых ученых, угрожает своими масштабами не только российским побережьям, но даже Болгарии и Турции [14]. Предпочтение в отношении морей явно указывает на то, что общество пока не готово со своей стороны поддержать рост турпотока на берега рек и озер через спрос, а потому здесь ключевым вопросом становится создание предложения, способного заинтересовать потенциальных туристов.

Таблица 1.

Спрос на направления пляжного отдыха среди потенциальных туристов в России
(в % для каждого по отдельности)

Черное море			Азовское море			Балт. море		Каспийское море	Др. морское побережье России	Зарубежные направления	Исключительно зарубежные	Реки и озера или не был на море
Краснодарский край (к сев. от Джубги)	Краснодарский край (к югу от Джубги)	Республика Крым	Ростовская область	Краснодар. край	Республика Крым	Калининградская область	Ленинградская область					
20	40	35	2	5	7	22	8	8	6	34	16	8

Источник: составлено авторами.

И эта ситуация не удивительна с учетом того, что уровень оснащённости речных и озерных пляжей (вопрос 4) оценивается в среднем на 3 из 5 баллов (медиана). Итогом низкой развитости таких рекреационных зон становится то, что отдых на берегах пресноводных водоемов зачастую не воспринимается как полноценный отпуск. Частота их посещения с целью купания в пределах дня дороги туда-обратно от места проживания оценивается категорией «редко» (медиана — 2 из 5 баллов), а поездки с целью купания за пределами этого радиуса, подразумевающие ночевку, совершаются очень редко (медиана — 1 из 5 баллов).

АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И БУДУЩЕЕ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ НА ФОНЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПЛЯЖНОГО ТУРИЗМА В РОССИИ

Среди причин отказа от посещения пресноводных пляжей (табл. 2) выделяются два негативных фактора для туристической индустрии, связанной с пресноводными водоемами. Если температура воды — это лишь вопрос климатических особенностей местности, то в 2 раза более беспокоящая респондентов неразвитость инфраструктуры и загрязненность водоемов напрямую зависят от человека, а значит, устранение этих негативных факторов — одна из ключевых целей в поддержке местного туризма в летний период для регионов, далеких от морских побережий. Так возможно запустить изменения в отношении к пресноводным пляжам среди тех туристов, которые на данный момент вообще не привыкли к ним. Учитывая значительную долю таких респондентов (практически треть), это необходимо для повышения спроса на речные и озерные курорты.

Таблица 2

Ключевые причины отказа от посещения пляжей пресноводных водоемов
(в % для каждой причины по отдельности)

Низкое качество воды в водоеме	Отсутствие необходимой инфраструктуры	Отсутствие привычки к посещению пляжей рек и озер	Низкая/некомфортная температура воды	Другое
55	55	30	23	12

Источник: составлено авторами.

Анализ связи предпочтений в отношении морских направлений выявил следующие особенности: сторонники зарубежного отдыха на 7–11% чаще отказывались от пресноводных пляжей, чем те, кто выбирает отдых на российских курортах. Только Черное море с его развитой туристической инфраструктурой практически сравнялось с зарубежными по доле тех, среди причин отказа которых обозначается неудовлетворенность оборудованием мест для отдыха (58% против 60%). Такой расклад отодвигает перспективы привлечения этих туристов на российские курорты рек и озер, а это было бы важно, так как 34% респондентов среди приоритетов выбрали зарубежные направления, причем 16% исключительно их.

Вопросы 8 и 9 были направлены на выявление предпочтений в области инфраструктуры. Как показал опрос (табл. 3), туристы более требовательны к морским пляжам и менее — к пресноводным. При анализе ситуации по отдельным морям было установлено, что такое распределение внимания к инфраструктуре характерно для всех морей, в том числе зарубежных. Однако по большинству показателей выделяется Азовское море: посещающие его туристы менее требовательны к наличию точек общественного питания (40% для Азовского моря против 49–54% в других направлениях), то же самое наблюдается и с ожиданиями от гигиенической зоны (72% для Азовского моря при 81% для Черного моря) и от наличия проката пляжного оборудования (40% для Азовского моря при 43% для Черного и 45% для Каспийского морей). Это подтверждается обратным соотношением с долей тех, кто не придает значения инфраструктуре (27% на Азовском море при 21% на Черном море и на зарубежных пляжах). В то же время

значимость развлечений одинаково мала на всех направлениях (17–18%). Примерно схожее соотношение ожиданий к разным видам инфраструктуры отражается и на пресноводных пляжах.

Таблица 3

Отношение туристов к элементам пляжной и сопутствующей туристической инфраструктуры (в % для каждого элемента по отдельности)

	Точки общественного питания (кафе, бары, киоски с продуктами питания)	Прокат пляжных зонтов и шезлонгов	Гигиеническая зона (туалеты и душевые)	Наличие развлечений	База спасателей и медпункт	Возможность загорать и купаться	Исключительно возможность загорать и купаться
Море	51	40	76	16	43	24	14
Река/озеро	43	32	71	11	36	25	15

Источник: составлено авторами.

На наш взгляд, такой результат по Азовскому морю может быть связан с тем, что выбирающие его туристы чаще располагают меньшим бюджетом на отдых, а потому не связывают с ним особых ожиданий, и при высокой загруженности черноморского побережья начинают воспринимать комфорт не столько через уровень оснащённости прибрежной зоны, сколько через отсутствие чрезмерного количества туристов [15]. На уточнение рассмотренных выше вопросов пляжных развлекательных активностей были направлены 10 и 11 вопросы (табл. 4).

Таблица 4

Отношение туристов к вариантам досуга на пляже (в % для каждого элемента по отдельности)

	Водные развлечения (катание на банане, полет на парашюте и др.)	Спорт на песке (пляжный волейбол и др.)	Творческие активности (караоке, занятия по танцам и др.)	Важна возможность загорать и купаться
Море	26	26	12	65
Река/озеро	25	24	7	67

Источник: составлено авторами

Было установлено, что несмотря на кажущуюся низкую роль развлечений на пляже, их потенциал выше за счет «неопределившихся» туристов. Доля таких туристов составляет 18% на море и 21% на реках и озерах, и в обоих случаях представляет собой разность между теми, кто говорил о значимости досуга и теми, кто его роли не признавал (возможность загорать и купаться). А значит, пляжный досуг может интересовать до 35% отдыхающих на море и до 33% на реках и озерах.

Среди представленных в работе направлений отдыха более низкой востребованностью водных развлечений выделяются Балтийское море (25%), так как в Калининградскую область едут не только за этим: большинство опрошенных в регионе в 2024 году туристов (29%) наиболее привлекательным для себя отмечали именно экскурсионный, а не пляжный отдых (27%), 23% респондентов интересовались памятниками, и 18% — ландшафтами и экотуризмом [16]. На зарубежные направления (24%) нередко направляются также именно за спокойным отдыхом. При анализе связи морских направлений с ожиданиями от пресноводных пляжей никаких особенностей выявить не удалось.

Более низкие ожидания морских туристов от инфраструктуры рек и озер упрощают трансформацию их курортов. На первое место выходят именно вопросы обеспечения базовых потребностей туриста в питании, гигиене, безопасности и комфорте отдыха. Это зачастую требует от руководства пляжного комплекса (частного инвестора или муниципалитета) единовременных затрат на строительство базы спасателей, туалетов, душевых, раздевалок и т.д., закупки шезлонгов). Ситуацию улучшает и то, что примерно четверть опрошенных (24% на море и 25% на реке) среди приоритетов отмечают именно возможность купаться, среди них 14% на морских и 15% на пресноводных интересуется только это – в этом причина такой низкой востребованности спортивных, водных, а в особенности творческих активностей: большая часть туристов идет на пляжи любых типов не за этим. Наибольшей же готовности к посещению рек и озер можно ожидать от тех, кто среди морей предпочитает Азовское: они менее требовательны к обустройству рекреационной зоны, а потому им будет проще выбрать пляж на пресноводном водоеме.

По ответам на *вопросы 12 и 13*, посвященные требованиям туристов к чистоте воды, можно говорить о примерном равенстве: 4,38 на море и 4,46 на реках и озерах, при этом медианное значение в обоих случаях равно 5. Все это подтверждает результат вопроса 7, где более половины респондентов отметили недостаточную чистоту воды среди ключевых факторов отказа от посещения речного или озерного пляжа для отдыха.

Вопросы 14 и 15 касались предпочтений респондентов в отношении средств размещения (табл. 5). На море безусловным лидером стали гостиницы и отели (75%), на реках и озерах такой вариант предпочтителен лишь для 40% отдыхающих, хоть в «пресноводном» сегменте он также на первом месте. Это говорит о том, что развитие курортов на внутренних побережьях потребует не меньших затрат, чем на море: туристы ожидают комфорта и здесь. Гостевые дома выбирают в интересах экономии, а доли других вариантов крайне незначительны для массового туризма.

Таблица 5

Наиболее востребованный вариант размещения (в %)

	Гостиницы и отели	У родственников или знакомых	Палатка или дом на колесах	Санатории и пансионаты	Хостелы	Гостевые дома
Море	75	5	1	6	0	12
Река/озеро	40	15	12	10	0	23

Источник: составлено авторами.

Вопросы 16 и 17 были посвящены расходам, которые готовы понести туристы для оплаты отдыха на различных видах пляжей за отпуск длительностью 7 дней и 6 ночей (табл. 6). Было установлено, что ценовая категория туров от 60 до 100 тыс. руб. лидирует на всех изученных направлениях, в то время как в зарубежных поездках большая часть респондентов готова потратить от 100 до 300 тыс. руб., к таким направлениям относится и наибольшее число ответов «300 тыс. руб. и более».

Таблица 6

Отношение туристов к стоимости отдыха
(в % для каждого элемента по отдельности)

	Менее 60 тыс. руб.	От 60 до 100 тыс. руб.	От 100 до 300 тыс. руб.	От 300 тыс. руб. и более	У меня есть возможность отдыха с минимальными затратами
Море	15	43	29	5	7
Река/озеро	44	31	5	1	18

Источник: составлено авторами.

При этом по недорогим поездкам до 60 тыс. руб. лидирует Каспийское море (22% отдыхающих). Что же касается возможности отдыха с минимальными затратами без проживания в КСР, то чаще всего такой вариант встречался на Черном море, а в отношении выездного туризма такой вариант не выбрал ни один респондент. На реках и озерах ситуация несколько иная: здесь большинство респондентов (44%) склонно выбирать более бюджетные варианты отдыха, за наиболее популярный в случае морей вариант от 60 до 100 тыс.руб. высказались 31% респондентов, о готовности заплатить более 300 тыс.руб. заявило менее 1% опрошенных. В связи с этим на пресноводных водоемах стоимость недели отдыха не должна превышать 60–100 тыс. рублей, а на морских — 100–300 тыс.руб., поскольку более высокая цена снижает спрос на оба типа направлений отдыха в 6 раз.

Интересен анализ предпочтения стоимости речных и озерных пляжей в зависимости от выбора морских. Как и во многих предыдущих вопросах, выделяются

любители зарубежного морского отдыха: именно среди таких больше всего (10%) тех, кто готов заплатить от 100 до 300 тыс.руб., при этом нет ни одного ответа с вариантом «более 300», что на наш взгляд, объясняется тем, что при склонности к зарубежному пляжному отдыху люди не готовы так много тратить на реки и, располагая финансовыми ресурсами, предпочитают их вообще не выбирать. Однако, лучшие финансовые возможности таких туристов все же проявляются через низкие ценовые сегменты до 100 тыс.руб.. В части собственного жилья или неготовности тратить на речной отдых лидируют сторонники черноморского побережья. Отдыхающие которого более требовательны к качеству воды и инфраструктуры.

При этом можно предположить, что наибольшую готовность к переходу на побережья рек или озер демонстрируют туристы Азовского и Балтийского морей. Азовское море ввиду своей закрытости и небольших глубин обладает низкой сменяемостью водных слоев, а также подвержено у берегов наиболее быстрому прогреву в жаркий сезон, что способствует разрастанию водорослей и препятствует очищению воды [17]. Нормально воспринимающим этот факт туристам будет легче всего перестроиться на речной или озерный отдых, так как зачастую вода там оставляет желать лучшего. С Балтийским морем ситуация другая, так как несмотря на рост популярности этого направления, оно притягивает немалую часть людей, цель которых — прогулки по морскому побережью, наслаждение природой [16]. Наиболее популярные ответы респондентов по вопросам, касающимся отдельных побережий (с 7 по 17), а также вероятные направления смещения турпотоков в течение XXI века, составленные по результатам нашего предыдущего исследования [18], представлены на карте ниже (рис.1).

Необходимо отметить, что указанные в инфографике в привязке к морям ответы респондентов распределены следующим образом: 7, 9, 11, 12, 15, 17 отражают ожидания отдыхающих каждого из исследованных морских побережий в отношении отдыха у пресноводных водоемов, а вопросы 8, 10, 13, 14, 16 показывают их предпочтения при осуществлении морского пляжного туризма.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

По результатам проведенного исследования можно говорить о том, что современные российские туристы не готовы к трансформации пляжного отдыха со сменой морских побережий на берега рек или озер. В связи с произошедшим в декабре 2024 года разливом мазута и действующим в летний период запретом на пляжный отдых в районе Анапы проверить итоги возможность проверить результаты на практике представится по итогам этого лета. При этом уже за первое полугодие 2025 можно выделить две ключевые тенденции поведения туристов.

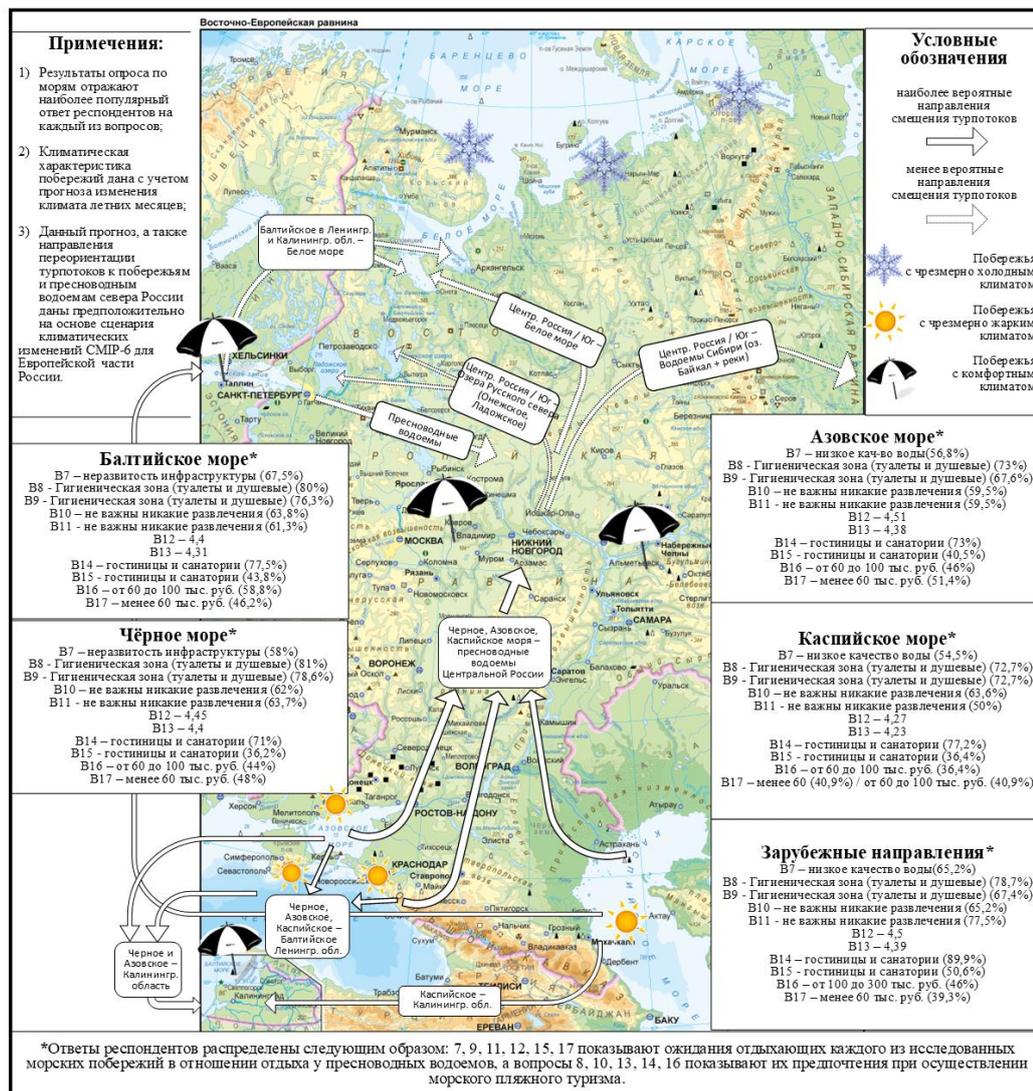


Рис. 1. Основания и предпосылки трансформации видов туризма, связанных с побережьями морей, рек и озер в России

Источник: составлено авторами по [18].

В период раннего бронирования в январе-феврале 2025 года можно было прогнозировать рост спроса на зарубежные поездки свыше уровня в 34%, полученного по результатам исследования. Количество пакетных туров на лето в Египет в 2025 году возросло в 4,4 раза, при этом у компании FUN&SUN объем продаж вырос в 6 раз. Среди причин такой тенденции отмечали снижение политической напряженности на Ближнем Востоке, открытие новых КСР и умеренную ценовую политику египетских отелей [19]. В компании «Интурист» увеличение коснулось не только Египта, но и Турции, рынок которой для россиян

значительно больше [20]. Увеличению спроса не помешал рост цен на популярных зарубежных курортах, который в обычных условиях в долларах США составляет от 5% до 10%. В 2024 году отдых в Египте подорожал на 21,9%, в Турции — на 22,2%, но это не остановило всплеска бронирований в январе 2025 года [21].

При этом уже весной проявилась вторая тенденция: туроператоры отмечали, что спрос на российское Черноморское побережье сохранился, а с пляжей Анапы поток начал распределяться не только на направления выездного туризма, но и по внутренним морским и озерным побережьям. Майя Котляр, прогнозирувавшая неопределенность предстоящего сезона на побережье Анапы, отмечала, что «в целом Краснодарский край по-прежнему в приоритете. Кроме того, российские туристы с удовольствием ездят на озера: в топе направлений — Байкал и озера Алтая» [22].

Первая половина лета в условиях официального запрета на пляжный отдых в Анапе подтвердила весенние прогнозы туристической индустрии. 44% бронирований на летние месяцы в России пришлось на Краснодарский край (при снижении спроса на Анапу до 70% в сравнении с 2024 г.), при этом число бронирований возросло в Дагестане, Адыгее, регионе Кавказских Минеральных вод и на Азовском побережье. Часть потока распределилась внутри Краснодарского края: туроператоры отметили рост спроса на Геленджик, а также Сочи, где положительные изменения отметились и на курортах горного кластера. В этом проявляется характерная для региона тенденцию к диверсификации отдыха в сторону гастрономического, приключенческого туризма, развивающегося на территории Кавказских гор. Диверсификация произошла и в Анапе: для снижения убытков операторы КСР начали предоставлять несвязанные с пляжами варианты досуга (доступ к бассейнам, SPA-комплексам, анимации, экскурсионным программам и др.) [23].

События в отношении черноморского побережья продемонстрировали характер ответных действий туроператоров и туристов в случае возникновения каких-либо препятствий. При применении этого примера к сценарию климатических изменений важно учесть их постепенное развитие, в связи с чем по мере роста средних летних температур на юге России возможен рост спроса не только на курорты Балтийского и Белого моря, но и на внутренние пресноводные водоемы. Среди ключевых задач – развитие инфраструктуры населенных пунктов и расположенных вблизи них пляжей. Необходимо строительство комфортных КСР: исследование показало, что люди не готовы терять в уровне отдыха, сервис превалирует над вопросом экономии.

Важно предусматривать в пресноводных курортных зонах различные виды туризма, чтобы удовлетворить потребности большего сегмента потребителей, а в случае регионов юга России поддержать турпоток в летний период за счет экологического и горного туризма, поскольку пресноводные побережья равнинных и предгорных территорий СКФО будут терпеть убытки из-за жары интенсивнее морских в связи с отсутствием охлаждающего эффекта моря. Нельзя упускать вопрос удовлетворения потребности в безопасности и гигиене: необходимо устанавливать туалеты и душевые, раздевалки, поддерживать чистоту на самом пляже, а также оборудовать спасательные посты. Такие изменения увеличивают расходы владельцев территории, тем не менее все это под силу отдельным предпринимателям и муниципалитетам, в отличие от проблемы чистоты пресноводных водоемов. Данная

деятельность выходит за пределы возможностей ответственных за определенный участок побережья. И если небольшие озера еще можно поддерживать своими силами, то вода рек может быть загрязнена выше по течению, что снизит туристическую привлекательность пляжей вдоль всего ее русла. Это выводит экологический вопрос на межрегиональный и федеральный уровень. Необходимо наращивать усилия по очистке водоемов, которая проводилась в 2019–2024 гг. в рамках федеральных проектов «Сохранение уникальных водных объектов», «Оздоровление Волги» и «Сохранение озера Байкал» [24]. С 2025 года стартовала реализация федеральных проектов «Вода России», «Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма», а также отдельного национального проекта «Туризм и гостеприимство» [25].

При этом важно обращать внимание на стоимость отдыха на реках и озерах, которая должна быть ниже, чем схожие предложения на морских побережьях России, поскольку опрос показал более низкие ценовые ожидания от них. Учитывая то, что рост качества инфраструктуры рек и озер приведет к резкому росту цен на обновленных курортах, необходимо рассмотреть вопрос об их субсидировании из региональных и федерального бюджетов, которое будет продолжаться до тех пор, пока туристы на фоне роста качества не создадут устойчивый спрос. Субсидии на такие поездки можно предусмотреть и для определенных категорий населения. Эти меры при грамотном их применении могут дать положительный результат. На данный момент нельзя ожидать того, что реки и озера с различными видами отдыха (не только пляжным) станут популярнее морских побережий, тем не менее они обладают значительным потенциалом роста турпотока как для тех, кто планирует короткие путешествия выходного дня, так и для тех, кто рассматривает берега пресноводных водоемов в качестве основного места проведения отпуска.

Список литературы

1. Об основах туристской деятельности в Российской Федерации : Федеральный закон № 131-ФЗ : принят Государственной Думой 4 октября 1996 года : одобрен Советом Федерации 14 ноября 1996 года. КонсультантПлюс: справочная правовая система. [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12462/?ysclid=m7aflg59om802844389 (дата обращения: 20.01.2025).
2. International Recommendations for Tourism Statistics. (2008) On basic tourism statistics: IRTS 2008. UNWTO. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unwto.org/tourism-statistics/on-basic-tourism-statistics-irts-2008> (дата обращения: 20.01.2025).
3. Glossary of tourism terms. UNWTO. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unwto.org/glossary-tourism-terms> (дата обращения: 20.01.2025).
4. Dimitrovski D., Lemmetyinen A., Nieminen L., Pohjola T. (2021) Understanding coastal and marine tourism sustainability - A multi-stakeholder analysis. *Journal of Destination Marketing & Management*, vol. 19, March. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212571X21000020> (дата обращения: 21.01.2025).
5. Ji X., Ding X. (2024) Analysis on the relationship between coastal tourism and marine pollution: an empirical analysis of China's 11 coastal regions. *Marine Affairs and Policy*. vol. 11. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2024.1471467/full> (дата обращения: 21.01.2025).

АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И БУДУЩЕЕ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ НА ФОНЕ
ТРАНСФОРМАЦИИ ПЛЯЖНОГО ТУРИЗМА В РОССИИ

6. Joseph P.D., Pakkeerappa P. (2015) Sustainable Coastal Tourism: A Community Perspective. *Atna Journal of Tourism Studies*. vol. 10 no. 1. pp. 23–33. [Электронный ресурс]. URL: <https://journals.christuniversity.in/index.php/atna/article/view/1197> (дата обращения: 24.01.2025).
7. Hall C.M. (2001) Trends in ocean and coastal tourism: the end of the last frontier? *Ocean & Coastal Management*. vol. 44. no. pp. 9–10. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569101000710> (дата обращения: 24.01.2025).
8. Bhuiyan, Md.A.H., Darda A. (2024) Socioeconomic impacts of coastal tourism on local communities in Kuakata, Bangladesh. *ADB Working Paper*. Econstor. no. 1430. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/296822/1/adbi-wp1430.pdf> (дата обращения: 24.01.2025).
9. Geetanjali C., Achrekar Dr. (2021) A study of residents' perception of sustainable coastal tourism of Calangute beach, Goa. *Journal of Tourism Insights*. vol. 11. no 1. art. 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://scholarworks.gvsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1170&context=jti> (дата обращения: 25.01.2025).
10. Vette Barros J., Colinares L., Parilla A.B. (2023) Coastal Tourism Programs of Laiya, San Juan, Batangas: An Assessment. *Letran Calamba Research Report*. vol. 19. no. 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://ejournals.ph/article.php?id=19784> (дата обращения: 26.01.2025).
11. Peili D., Yanying C., Yeqiao W., Peng Y. (2022) Bibliometric Analysis of Coastal and Marine Tourism Research from 1990 to 2020. *Journal of Coastal Research*. vol. 38. no. 1. pp. 229-240. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.jstor.org/stable/48646255> (дата обращения: 26.01.2025).
12. Copernicus Interactive Climate Atlas. [Электронный ресурс]. URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/> (дата обращения: 27.01.2025).
13. Названы самые востребованные виды туризма в России // Роскачество. 2024. 11 сентября. [Электронный ресурс]. URL: <https://rskrf.ru/news/turizm-v-rossii/> (дата обращения: 27.01.2025)
14. Исламова, Э., Гриценко, Д. Черная волна: загрязнение мазутом может дойти до Болгарии и Турции. *Известия*. 2025. 5 февраля [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/1833740/elza-islamova-denis-gritsenko/sernaa-volna-zagraznenie-mazutom-mozet-doiti-do-bolgarii-i-turcii> (дата обращения: 09.02.2025).
15. Туристы рассказали, почему предпочли Азовское море Черному // 360.RU. 2021. 3 августа [Электронный ресурс]. URL: <https://360.ru/news/puteshestviya/turisty-rasskazali-pochemu-predpochli-azovskoe-more-chernomu/> (дата обращения: 09.02.2025).
16. Радоминова, Е.О. Туристический код Калининградской области. Центр бизнес-практики, Институт бизнеса и дизайна В&D. 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/3GTnmt> (дата обращения: 11.02.2025).
17. Эксперт сравнил чистоту Азовского и Черного морей. *Известия*. 2019. 2 апреля. [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/905925/2019-08-02/ekspert-sravnil-chistotu-azovskogo-i-chernogo-morei> (дата обращения: 15.02.2025)
18. Борисов, Д.А., Голубченко, И.В. Перспективы развития пляжного туризма в Европейской части России на фоне изменения климата в XXI веке // *Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология*. 2025. Т. 11. №1. С. 3–17.
19. Спрос на летние туры в Египет у россиян вырос за год в два-шесть раз. ТАСС. 2025. 31 января [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/23021237?ysclid=mbqj6bu6h2804869586> (дата обращения: 15.02.2025).
20. РСТ отметил резкий рост бронирования туров в Египет на лето. *Интерфакс*. 2025. 31 января [Электронный ресурс]. URL: <https://www.interfax.ru/russia/1005653> (дата обращения: 16.02.2025)
21. Смирнова Ю. На сколько подорожает отдых в 2025 году: Туроператоры дали прогноз. *Комсомольская Правда*. 2025. 5 января. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/daily/27649/5033392/> (дата обращения: 17.02.2025).
22. Стеценко, К. Куда поехать на море с детьми недорого: направления и цены на лето 2025 года. *Газета.ру*. 2025. 26 марта. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazeta.ru/style/20768048/gde-otdohnut-s-detmi-na-more-nederogo.shtml?ysclid=m8r39762z9118079396&updated> (дата обращения: 27.03.2025).
23. Анапский эффект: Юг и Кавказ ждет распределение турпотока летом 2025 г. РБК. 2025. 7 июня. [Электронный ресурс]. URL:

<https://kuban.rbc.ru/krasnodar/07/06/2025/684311ce9a7947b8b2595883?ysclid=md47hzipw6w43063836>
(дата обращения: 15.07.2025).

24. Гурьянов, С. Диффузный стоп: как будут спасать российские водоемы. Известия. 2023. 1 апреля. [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/1491014/sergei-gurianov/diffuznyi-stop-kak-budut-spasat-rossiiskie-vodoe-my> (дата обращения: 17.02.2025).
25. Национальные проекты Российской Федерации: официальный портал. [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--80aapremcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/new-projects/> (дата обращения 19.03.2025).

THE ROLE OF FRESH WATER BODIES IN THE DEVELOPMENT OF RUSSIAN BEACH TOURISM

Borisov D. A.¹, Golubchenko I. V.²

*Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow
E-mail: ¹borisov.dmit@yandex.ru, ²iv.golubchenko@igsu.ru*

The study is devoted to the transformation of beach tourism in the European part of Russia as global warming develops during the 21st century. This paper is a continuation of the previous study, which came to conclusion that by the end of the studied period the climate of southern Russian beach tourism destinations (Black, Azov and Caspian seas) will become significantly hotter, which will lead to a shift in tourist flows both in time and in terms of destinations. One of the options may be the growing attractiveness of river and lake recreation. The identification of attitudes towards them among potential tourists was the key objective of the study. The study was based on a social survey of 260 employees of the Russian Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA). The survey found out that the most attractive destination for beach holidays in Russia nowadays is the southern part of the Black Sea coast in Krasnodar Krai. In terms of beach infrastructure, the most important was the hygiene zone (toilets and showers), and the least demanded was the leisure infrastructure related to sports and creative activities. At the same time, was identified the category of ‘neutral’ tourists, who are neither for, nor against being involved into such a leisure activity while staying on a beach. It increases the potential of recreational beach infrastructure. Another issue is water cleanliness requirements, which proved to be equally relevant for all types of beaches. In terms of accommodation facilities, hotels are prioritised in both cases, with guest houses coming second. All other options, including tents, mobile homes, own lodging, etc., proved to be in very low demand for their consideration in mass tourism field. In the study of cost expectations of tourists it was found that the cost of a week of recreation should not exceed 60000–100000 rubles on freshwater bodies, and 100000–300000 rubles on seas, because the higher price reduces the demand for both types of holiday destinations almost 6 times. Further modelling of the future tourist flow transformation is carried out through the analysis of current changes associated with the fuel oil spill in the Black Sea and the temporary decrease in demand for that destination. The modelling confirmed the results of the social survey, which showed that Russian tourists are not ready for mass recreation on the beaches of fresh water bodies: when there are some problems with the implementation of trips to the usual sea destinations, people are looking for a marine analogue, which in the case of the Black Sea coast (taking into account its recreational potential) and at an equal or even higher price are often abroad. The paper concludes that the transformation of beach holidays in Russia through the river and lake

resorts development is still possible. Considered the global warming, there is definitely time for it. Over the next few decades should be undertaken considerable steps, including the infrastructure development of the freshwater bodies beaches and settlements adjacent to them, as well as attention to the environmental issues, which are to be achieved by strengthening public-private partnerships and promoting private and public initiatives in these fields. Such actions will found the basis of increased demand for river and lake resorts. **Keywords:** beach tourism, river and lake resort areas, transformation of tourism, modern tourism, tourism in Russia, forecasts in tourism.

References

1. Ob osnovah turistskoj deyatel'nosti v Rossijskoj Federacii : Federal'nyj zakon № 131-FZ : prinyat Gosudarstvennoj Dumoj 4 oktyabrya 1996 goda : odobren Sovetom Federacii 14 noyabrya 1996 goda. Konsul'tantPlyus: spravoch'naya pravovaya sistema. [Electronic resource]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12462/?ysclid=m7aflg59om802844389 (date of request: 20.01.2025). (in Russian)
2. International Recommendations for Tourism Statistics. (2008) On basic tourism statistics: IRTS 2008. UNWTO. [Electronic resource]. URL: <https://www.unwto.org/tourism-statistics/on-basic-tourism-statistics-irts-2008> (date of request: 20.01.2025).
3. Glossary of tourism terms. UNWTO. [Electronic resource]. URL: <https://www.unwto.org/glossary-tourism-terms> (date of request: 20.01.2025).
4. Dimitrovski D., Lemmetyinen A., Nieminen L., Pohjola T. (2021) Understanding coastal and marine tourism sustainability - A multi-stakeholder analysis. Journal of Destination Marketing & Management, vol. 19, March. [Electronic resource]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212571X21000020> (date of request: 21.01.2025).
5. Ji X., Ding X. (2024) Analysis on the relationship between coastal tourism and marine pollution: an empirical analysis of China's 11 coastal regions. Marine Affairs and Policy. vol. 11. [Electronic resource]. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2024.1471467/full> (date of request: 21.01.2025).
6. Joseph P.D., Pakkeerappa P. (2015) Sustainable Coastal Tourism: A Community Perspective. Atna Journal of Tourism Studies. vol. 10 no. 1. pp. 23–33. [Electronic resource]. URL: <https://journals.christuniversity.in/index.php/atna/article/view/1197> (date of request: 24.01.2025).
7. Hall C.M. (2001) Trends in ocean and coastal tourism: the end of the last frontier? Ocean & Coastal Management. vol. 44. no. pp. 9–10. [Electronic resource]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569101000710> (date of request: 24.01.2025).
8. Bhuiyan, Md.A.H., Darda A. (2024) Socioeconomic impacts of coastal tourism on local communities in Kuakata, Bangladesh. ADBI Working Paper. Econstor. no. 1430. [Electronic resource]. URL: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/296822/1/adbi-wp1430.pdf> (date of request: 24.01.2025).
9. Geetanjali C., Achrekar Dr. (2021) A study of residents' perception of sustainable coastal tourism of Calangute beach, Goa. Journal of Tourism Insights. vol. 11. no 1. art. 4. [Electronic resource]. URL: <https://scholarworks.gvsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1170&context=jti> (date of request: 25.01.2025).
10. Vette Barros J., Colinares L., Parilla A.B. (2023) Coastal Tourism Programs of Laiya, San Juan, Batangas: An Assessment. Letran Calamba Research Report. vol. 19. no. 1. [Electronic resource]. URL: <https://ejournals.ph/article.php?id=19784> (date of request: 26.01.2025).
11. Peili D., Yanying C., Yeqiao W., Peng Y. (2022) Bibliometric Analysis of Coastal and Marine Tourism Research from 1990 to 2020. Journal of Coastal Research. vol. 38. no. 1. pp. 229-240. [Electronic resource]. URL: <https://www.jstor.org/stable/48646255> (date of request: 26.01.2025).
12. Copernicus Interactive Climate Atlas. [Electronic resource]. URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/> (date of request: 27.01.2025).
13. Nazvany samye vostrebovannye vidy turizma v Rossii // Roskachestvo. 2024. 11 sentyabrya. [Electronic resource]. URL: <https://rskrf.ru/news/turizm-v-rossii/> (date of request: 27.01.2025) (in Russian).

14. Islamova, E., Gricenko, D. Chernaya volna: zagryaznenie mazutom mozhet doйти do Bolgarii i Turcii. Izvestiya. 2025. 5 fevralya [Electronic resource]. URL: <https://iz.ru/1833740/elza-islamova-denis-gricenko/cernaa-volna-zagraznenie-mazutom-mozet-doiti-do-bolgarii-i-turcii> (date of request: 09.02.2025). (in Russian).
15. Turisty rasskazali, pochemu predpochli Azovskoe more Chernomu // 360.RU. 2021. 3 avgusta [Electronic resource]. URL: <https://360.ru/news/puteshestviya/turisty-rasskazali-pochemu-predpochli-azovskoe-more-chernomu/> (date of request: 09.02.2025). (in Russian).
16. Radominova, E.O. Turisticheskij kod Kaliningradskoj oblasti. Centr biznes-praktiki, Institut biznesa i dizajna B&D. 2024 [Electronic resource]. URL: <https://clck.ru/3GTnmt> (date of request: 11.02.2025).
17. Ekspert sravnil chistotu Azovskogo i Chernogo morej. Izvestiya. 2019. 2 aprelya. [Electronic resource]. URL: <https://iz.ru/905925/2019-08-02/ekspert-sravnil-chistotu-azovskogo-i-chernogo-morei> (date of request: 15.02.2025). (in Russian).
18. Borisov, D.A., Golubchenko, I.V. Perspektivy razvitiya plyazhnogo turizma v Evropejskoj chasti Rossii na fone izmeneniya klimata v XXI veke // Uchyonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2025. T. 11. №1. S. 3–17. (in Russian).
19. Spros na letnie tury v Egipet u rossijan vyros za god v dva-shest' raz. TASS. 2025. 31 yanvarya [Electronic resource]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/23021237?ysclid=m6qj66u6h2804869586> (date of request: 15.02.2025). (in Russian).
20. RST otmetil rezkij rost bronirovaniya turov v Egipet na leto. Interfaks. 2025. 31 yanvarya [Electronic resource]. URL: <https://www.interfax.ru/russia/1005653> (date of request: 16.02.2025)
21. Smirnova YU. Na skol'ko podorozhaet otdyh v 2025 godu: Turoperatory dali prognoz. Komsomol'skaya Pravda. 2025. 5 yanvarya. [Electronic resource]. URL: <https://www.kp.ru/daily/27649/5033392/> (date of request: 17.02.2025). (in Russian).
22. Stecenko, K. Kuda poekhat' na more s det'mi nederogo: napravleniya i ceny na leto 2025 goda. Gazeta.ru. 2025. 26 marta. [Electronic resource]. URL: <https://www.gazeta.ru/style/20768048/gde-otdohnut-s-detmi-na-more-nederogo.shtml?ysclid=m8r39762z9118079396&updated> (date of request: 27.03.2025). (in Russian).
23. Anapskij effekt: YUg i Kavkaz zhdet raspredelenie turpotoka letom 2025 g. RBK. 2025. 7 iyunya. [Electronic resource]. URL: <https://kuban.rbc.ru/krasnodar/07/06/2025/684311ce9a7947b8b2595883?ysclid=md47hzipw6w43063836> (date of request: 15.07.2025). (in Russian).
24. Gur'yanov, S. Diffuznyj stop: kak budut spasat' rossijskie vodoemy. Izvestiya. 2023. 1 aprelya. [Electronic resource]. URL: <https://iz.ru/1491014/sergei-gurianov/diffuznyi-stop-kak-budut-spasat-rossiiskie-vodoemy> (date of request: 17.02.2025). (in Russian).
25. Nacional'nye proekty Rossijskoj Federacii: oficial'nyj portal. [Electronic resource]. URL: <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/new-projects/> (date of request 19.03.2025). (in Russian).

Поступила в редакцию 18.07.2025 г.

УДК 339.13

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СЕЛЬСКОГО РИТЕЙЛА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Воронин И. Н.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация

E-mail: voronin.igor53@yandex.ru

В статье описывается процесс формирования территориальной структуры розничной торговли – сельского ритейла в Республики Крым. Определены его особенности, пространственная организация, выделены три зоны формирования. Определены перспективы развития данного процесса.

Ключевые слова: розничная торговля, сельские территории, сельский ритейл, Республика Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что важную роль в удовлетворении потребностей населения играет розничная торговля, как одна из ключевых отраслей экономики, которая является завершающим этапом цикла общественного производства, и которая обеспечивает физическую и экономическую доступность товаров и услуг для потребителей. С развитием системы розничной торговли — ритейла (англ.: retail – розничная торговля) менялись и его формы. В последние годы особый интерес исследователей вызывает сельская розничная торговля — сельский ритейл.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Сельский ритейл имеет свои особенности и представляет собой важную часть сельского повседневного быта. Торговые точки в сельской местности служат не просто местом покупки продуктов, а с социальной точки зрения они становятся центрами притяжения местной жизни, местом общения между людьми, которые здесь же обсуждают свои проблемы, обмениваются новостями.

По данным Росстата, жители сел и деревень тратят на продукты питания на 25% больше, чем жители городов. И это при том, что село само непосредственно производит и само же потребляет достаточно широкую линейку продуктов – овощей и фруктов в первую очередь. Например, около 60% (опять же по данным Росстата) потребляемого картофеля на селе — собственного производства, более 50% овощей также самостоятельно производится и самостоятельно потребляется [1].

Тем не менее стоимость продуктов в сельских магазинах, особенно относящихся к категориям «мясо», «птица», «молоко», значительно выше, чем в городских. Повышенное ценообразование связано с тем, что в сельской местности работают в основном малые предприниматели либо небольшие региональные сети. И у них нет таких преференций от производителей, как у крупных ретейлеров. Кроме того, многие регионы имеют сложную логистическую структуру и зачастую удалены от основных логистических центров. И как следствие — цены на товары в удаленных региональных магазинах значительно выше, чем в крупных сетевых магазинах. В

свою очередь, доходы сельского населения гораздо ниже, чем городского населения. По данным Росстата, житель сельской местности вынужден тратить на продукты около 34% ежемесячного бюджета, при том что городской житель тратит только 26% [1].

Все вышеперечисленное можно отнести к особенностям сельского ритейла — низкая платёжеспособность сельского населения (обязательный атрибут сельского магазина — «долговая тетрадка»), географическая удалённость конечных потребителей от оптовых баз и мест производства большинства товаров, что увеличивает стоимость логистики для сельских магазинов.

Среди других особенностей — численность клиентской базы. Этот параметр зависит от количества жителей в населённом пункте и расположенных поблизости поселений. Согласно расчётам Минпромторга РФ, на 10 тысяч жителей должно приходиться как минимум 29 магазинов (из них 13 продуктовых). Также на 10 тысяч граждан должно быть 6 нестационарных торговых объектов (киосков, павильонов и т.п.) и 0,4 ярмарки в год. Эти базовые значения регионы в России могут менять в большую сторону (но не в меньшую). Но на практике обеспеченность торговыми точками жителей села чаще определяется не министерскими расчётами, а предпринимательским риском местных индивидуальных предпринимателей [1].

Еще одна особенность — широта товарного ассортимента. Так, наряду с продуктами питания в небольших поселениях хорошо продаётся и бытовая химия, и материалы и инструменты для ремонта и огорода. Кроме очевидного ассортимента, есть еще категории, на которые делается ставка в сельском ритейле — это товары импульсного спроса (например, сладости) и алкоголь и сигареты.

Качество товаров и услуг — также немаловажная особенность сельского ритейла. Ведь продавец, как правило, живет в одном селе со своими покупателями, многие являются для него родственниками, кто-то его учил в школе, кто-то лечил и т.д.

Кроме того, как правило, собственник сельского магазина является продавцом, товароведом, бухгалтером, а в последние годы и техническим специалистом в одном лице. Цифровизация не обошла стороной и сельский ритейл – с созданием в нашей стране ЕГАИС (Единой государственной автоматизированной информационной системы, которая предназначена для контроля за производством и оборотом определённых видов продукции на территории России. Основная задача, которой – отслеживание движения товара от момента его создания или импорта до конечного потребителя), использованием системы цифровой маркировки «Честный знак», обязательным использованием кассовых аппаратов, значительно усложнила требования к квалификации продавца. И в случае технических сбоев в сетевом оборудовании решение проблемы может затянуться на несколько дней.

Сельский ритейл в Республике Крым представлен более 1,6 тыс. магазинов. В основном это небольшие быстровозводимые конструкции из металлопрофиля, отстроенные под конкретные цели – размещение торговой точки. С приходом на сельские территории сетевых ритейлеров, основным местом их размещения стали первые или цокольные этажи жилых или административных зданий либо пристройки к ним, либо и то, и другое, что связано с гораздо более широким (в отличии от традиционных магазинов) ассортиментом реализуемой продукции. Доля их

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СЕЛЬСКОГО РИТЕЙЛА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

незначительна и составляет всего 4%. Также незначительную долю (5%) составляют магазины, размещенные в старых, сохранившихся еще с советских времён, профильных зданиях либо небольшие здания, сооруженные прямо на территории приусадебного участка продавца. Подобные сооружения распространены на удаленных территориях.

В основном торговля осуществляется традиционным методом продаж — через прилавки (87%), в сетевых магазинах — методом самообслуживания.

По реализуемому ассортименту продукции все магазины условно можно разделить на две группы — универсальные (91%) и специализированные (соответственно 9%). Ассортимент универсальных магазинов представлен широким продуктовым сегментом и сегментом вспомогательной продукции — бытовой химией, инструментом для ремонта и сельхозработ, строительными материалами и пр. Специализированные магазины реализуют молочную продукцию; мясо и продукты мясопереработки; пиво и снековую продукцию (англ. snack — лёгкая закуска, перекус) — чипсы, сухарики, сушеная рыба и др.; овощная и фруктовая продукция; алкогольные напитки.

Сегмент сетевой торговли представлен магазинами федеральных и региональных сетей. Наиболее многочисленны магазины сетей «Доброцен», «ПУД» (Продукты У Дома), «Еда Вода» — 17, 16 и 12 соответственно. Единично представлены «Яблоко», «Корзина», «Метро», которые массово представлены только в городских поселениях (исключение — «Метро»). Наиболее массово магазины сетевого ритейла представлены в Симферопольском районе — 16 (что предполагается) и Черноморском — 10 [2].

По данным Министерства промышленной политики Республики Крым, в республике 228 населённых пунктов живут вообще без магазинов. С 2014 г. доставлять продукты жителям отдаленных сёл начали автолавки. Подобная практика уже существует во многих регионах России. Изначально «магазины на колёсах» работали по заявкам муниципалитетов, но с недавних пор такие выезды стали регулярными и по графику. Автолавка представляет собой оборудованный для торговли небольшой грузовик. Их основной ассортимент — продукты первой необходимости (овощи, крупы), всего около 100 наименований продовольственных и непродовольственных товаров. Скоропортящиеся продукты (мясо, рыба) реализуют в холодный период [3].

В данном исследовании нами рассматривались исключительно сельские территории в разрезе сельских поселений (бывшие сельские советы). Исходя из чего в территориальном разрезе лидерами по размещению объектов сельского ритейла являются Симферопольский район — четверть всех сельских магазинов республики (25%), Черноморский район — 11%, Сакский и Бахчисарайский районы — по 9%, Кировский район — 7% и Ленинский — 5%. Аутсайдерами сельского ритейла являются Краснопереконский район — 2%, Первомайский — 3%, Советский, Раздольненский и Белогорский районы по — 4% и Нижнегорский — 5% (рис. 1, 2) [2].



Рис. 1. Сельский ритейл в Республике Крым (разработано автором).

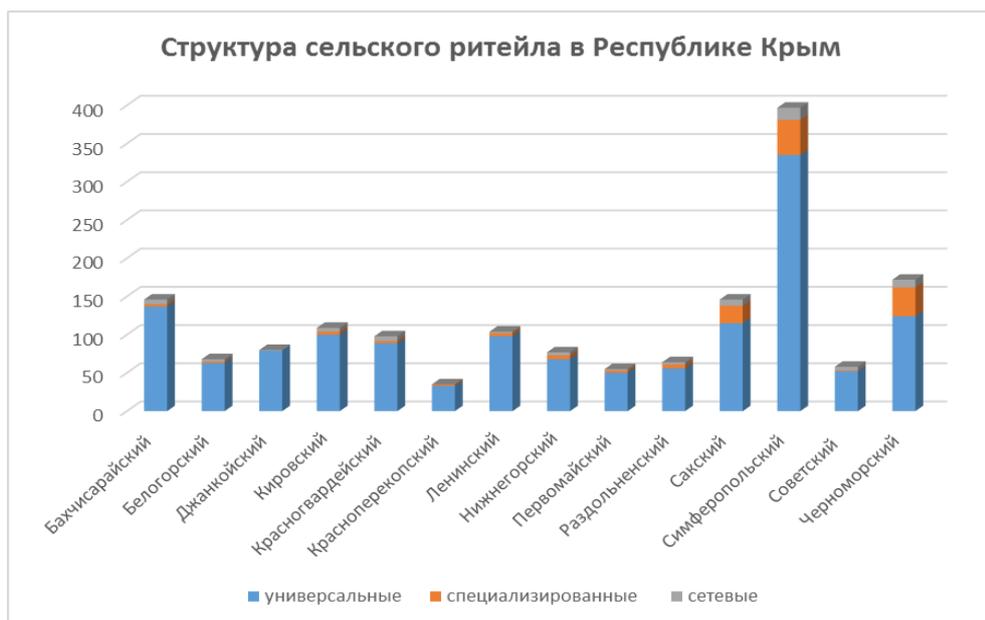


Рис. 2. Структура сельского ритейла в Республике Крым (разработано автором).

ВЫВОДЫ

В территориальной структуре сельского ритейла Республики Крым сформировалось три зоны максимальной концентрации:

— *Центральная (Симферопольская) зона.* Зона очаговой формы, формирующаяся вокруг столицы республики, что вполне очевидно в силу нынешних высоких темпов урбанизации. Высокие показатели концентрации торговых точек в данном очаге формируются за счет того, что городская застройка Симферополя уже давно вышла за административные границы городского поселения и зашла уже на сельские территории Симферопольского района. Наиболее наглядно это проявляется на примере жилого комплекса «Жигулина роща», который размещается уже на территории Мирновского сельского поселения. Легко спрогнозировать развитие данного процесса в направлении Бахчисарая вдоль трассы Симферополь-Севастополь (застройка бывшего аэропорта Заводское), поселка Аграрное вдоль Московской трассы (застройка сельхозугодий) и в направлении аэропорта Симферополь вдоль Евпаторийского шоссе (в продолжение ЖК «Жигулина роща»).

— *Западнобережная зона* – линейной формы, активно формирующаяся вдоль западного побережья Крыма. Данная зона включает побережье Николаевского поселения Симферопольского района, ряд прибрежных поселений Сакского района (Фрунзенское, Новофедоровское, Уютненское, Молочненское и Штормовское сельские поселения) и Черноморского района (Медведевское, Окуневское, Оленевское сельские поселения).

— *Восточнобережная зона* – также линейной формы, с удаленной перспективой в развитии. К этой зоне можно с высокой степенью вероятности можно отнести прибрежные сельские территории Азовского моря Кировского и Ленинского района.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках инициативной научной темы кафедры социально-экономической географии им. Н. В. Багрова Института «Таврическая академия» Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского «Географическое изучение сельских территорий Крыма».

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 06.09.2025).
2. Яндекс Карты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://yandex.ru/maps> (дата обращения 06.09.2025).
3. Министерство промышленной политики Республики Крым [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mprom.rk.gov.ru> (дата обращения 06.09.2025).

**TERRITORIAL STRUCTURE OF RURAL RETAIL
IN THE REPUBLIC OF CRIMEA**

Voronin I. N.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: voronin.igor53@yandex.ru*

The article describes the process of forming the territorial structure of retail trade — rural retail in the Republic of Crimea. Its features and spatial organization have been identified, and three formation zones have been identified.

The prospects for the development of this process have been determined. Rural retail has its own characteristics and is an important part of rural everyday life. Outlets in rural areas serve not just as a place to buy groceries, but from a social point of view they become centers of attraction for local life, a place of communication between people who discuss their problems and exchange news here.

The peculiarities of rural retail include the low solvency of the rural population (a mandatory attribute of a rural store is a "debt notebook"), the geographical remoteness of end users from wholesale bases and places of production of most goods, which increases the cost of logistics for rural stores.

Other features include the size of the customer base. This parameter depends on the number of inhabitants in the locality and nearby settlements. According to the calculations of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation, there should be at least 29 shops per 10,000 inhabitants (13 of them grocery stores). There should also be 6 non-stationary retail facilities (kiosks, pavilions, etc.) and 0.4 fairs per year for 10,000 citizens. Regions in Russia can change these basic values up (but not down).

But in practice, the availability of retail outlets for villagers is more often determined not by ministerial calculations, but by the entrepreneurial risk of local individual entrepreneurs. Another feature is the breadth of the product range. So, along with food products, household chemicals, materials and tools for repairs and gardening are well sold in small settlements. In addition to the obvious assortment, there are other categories that rural retail relies on — these are impulse demand goods (for example, sweets) and alcohol and cigarettes. The quality of goods and services is also an important feature of rural retail. After all, the seller, as a rule, lives in the same village with his customers, many are relatives to him, someone taught him at school, someone treated him, etc.

The main trade is carried out by the traditional method of sales — over the counter (87%), in chain stores — by the self-service method. According to the product range sold, all stores can be divided into two groups — universal (91%) and specialized (9%, respectively).

Three zones of maximum concentration have been formed in the territorial structure of rural retail in the Republic of Crimea:

— Central (Simferopol) zone. A focal zone is forming around the capital of the republic, which is quite obvious due to the current high rates of urbanization.

— The West Coast zone is a linear shape that is actively forming along the western coast of Crimea. This zone includes the coast of the Nikolaevsky settlement of the Simferopol region, a number of coastal settlements of the Saki region and the Black Sea region.

— The East Coast zone is also linear in shape, with a remote perspective in development. The coastal rural territories of the Sea of Azov, Kirovsky and Leninsky districts, can be attributed to this zone with a high degree of probability.

Keywords: retail, rural territories, rural retail, Republic of Crimea.

References

1. Federalnaya sluzhba gosudarstvennoi statistiki [Electronic resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (date of request 06.09.2025). (in Russian)
2. Yandexs Karti. [Electronic resource]. URL: <https://yandex.ru/maps> (date of request 06.09.2025). (in Russian)
3. Ministerstvo promishlennoi politiki Respubliki Krim [Electronic resource]. URL: <https://mprom.rk.gov.ru> (date of request 06.09.2025). (in Russian)

Поступила в редакцию 14.09.2025 г.

УДК 314.174:911.373.2(470.34)

**ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКАХ
ВОЛГО-ВЯТСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА**

Гайсин Р. И.¹, Рубцов В. А.², Гайсин И. Т.³, Кубышкина Е. Н.⁴

*^{1,2,3,4} Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Российская Федерация
E-mail: ¹gaisinrenat@bk.ru, ²eremicheva2000@outlook.com, ³gaisinilgizar@yandex.ru,
⁴kartaglobus@mail.ru*

Рассматриваются геодемографические аспекты, влияющие на развитие сельского населения в республиках Марий Эл, Мордовия, Чувашия, входящих в состав Волго-Вятского экономического района (ВВЭР) России. Проведен анализ динамики численности сельского населения по результатам Всероссийских переписей населения 2002, 2010 и 2020 годов.

Уточнены некоторые аспекты геодемографических процессов, влияющих на развитие сельского населения (дана характеристика естественного движения населения, миграционных процессов, показана демографическая ситуация в регионах). Дана оценка основным причинам увеличения числа сельских населенных пунктов без населения в субъектах Волго-Вятского экономического района: естественная убыль населения, миграционный отток населения, непрерывные сокращения занятости населения в сельском хозяйстве, низкий уровень качества жизни в сельской местности, разрушение социальной инфраструктуры и другие.

Ключевые слова: геодемография, сельское население, республика, миграция, населенный пункт, воспроизводства населения, Волго-Вятский экономический район.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ литературных источников показывает, что в территориальных системах происходит тесное взаимодействие природы, населения и хозяйства. Природно-географические условия в республиках Марий Эл, Мордовия, Чувашия Волго-Вятского экономического района (ВВЭР) благоприятны для размещения сельского населения и населенных пунктов. Для исследуемых республик характерны общность протекания экономических, социальных, политических процессов, а также сокращение численности сельского населения. Причины сокращения сельского населения в данном макрорегионе схожи, за исключением ряда особенностей каждой республики (образовательная и трудовая миграция, отсутствие социальной инфраструктуры и др.). В размещении по территории региона сельские поселения обладают определенной спецификой.

Для разных регионов Волго-Вятского экономического района характерны свои формы сельских поселений, например, в республиках — деревни и сёла [1]. Проблемы расселения сельского населения существовали с давних времен в процессе заселения и хозяйственного освоения отдельных территорий. При заселении сельских территории и выборе населенных мест постоянного размещения учитывалось наличие удобных обрабатываемых земель, транспортных путей, водных, лесных и иных природных ресурсов, а также наличие других сельских поселений близ лежащей территории. Использование в сельском хозяйстве земли в качестве основного средства производства с исторических времен способствовало

ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКАХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

размещению сельского населения непосредственно возле обрабатываемых участков, в результате чего образовались небольшие населенные пункты в сельской местности [1, 2, 3]. Системы расселения сельского населения в республиках — Марий Эл, Мордовия и Чувашия имеют ряд общих особенностей и различий. С 1960-х годов XX века в России наблюдается сильная депопуляция сельского населения основной причиной является завершение демографического перехода, снижение естественного прироста, и возрастание миграционного оттока в города [4, 5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования выбраны республики Волго-Вятского экономического района: Марий Эл, Мордовия, Чувашия. Предметом исследования являются геодемографические аспекты развития и размещения сельского населения в республиках Волго-Вятского экономического района.

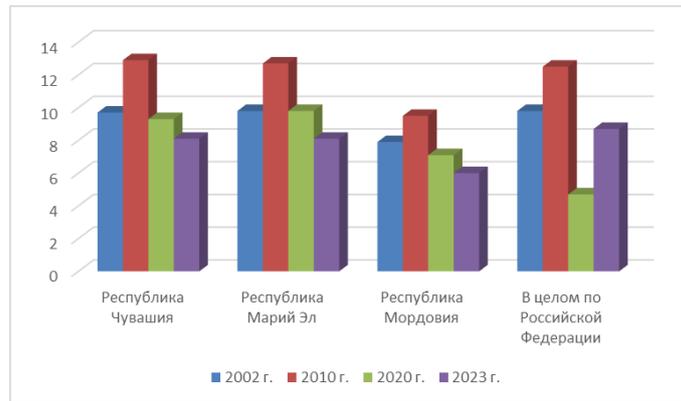
Цель исследования: раскрыты геодемографические аспекты, влияющие на развитие и размещения сельского населения в республиках Волго-Вятского экономического района.

В исследовании были использованы методы сравнительного, статистического, картографического анализа и оценки геодемографических процессов. Статистической базой для выполнения работы послужили данные Всероссийской переписи населения за 2002, 2010, 2020 гг., научно-методическая литература по теме исследования и др.

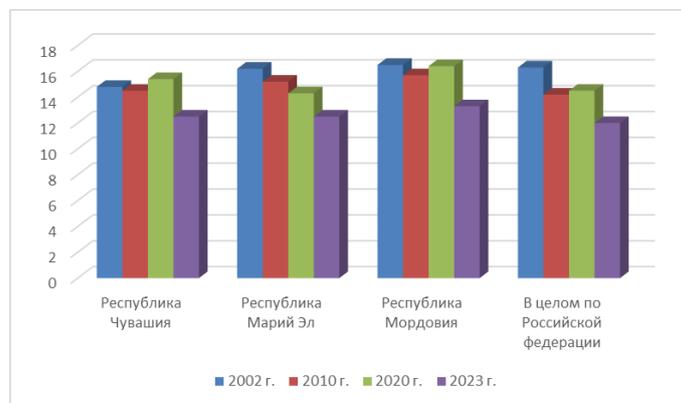
РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования был проведен анализ статистических материалов изменения численности сельского населения по муниципальным единицам республик и населенных пунктов в системе расселения в республиках ВВЭР по итогам трех Всероссийских переписей населения 2002, 2010, 2020 гг.

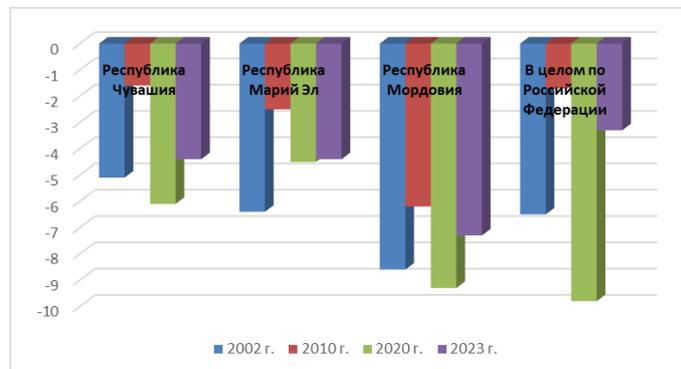
Анализ изменения численности естественного движения населения в исследуемых республиках по итогам ВПН 2002, 2010, 2020 годов (рис. 1) показал, что в Марий Эл, Мордовии, Чувашии наблюдается снижение показателей общей рождаемости и естественного прироста населения за исследуемый период, а также некоторое снижение показателей коэффициента смертности (однако коэффициент смертности остается в целом довольно высоким и это отрицательно сказывается на показателях естественного прироста населения). Анализ итогов ВПН 2002, 2010, 2020 годов показывает, что некоторая положительная динамика роста коэффициента рождаемости в этих республиках наблюдалась в 2010 году, а также небольшое снижение показателей смертности и естественного прироста населения по сравнению с результатами 2002, 2020 годов (причиной является реализация нацпроект «Здоровье»). Анализируя данные статистики, можно проследить зависимость уровня рождаемости от показателей коэффициента брачности (Республика Чувашия 4,4%, Республика Мордовия 5,2%, Республика Марий Эл 4,2%), и разводимости (Республика Чувашия 3,6%, Республика Мордовия 3,2%, Республика Марий Эл 4,0%).



А



Б



В

Рис.1 Динамика естественного движения населения в республиках Волго-Вятского экономического района (на 1000 человек населения):

А — общий коэффициент рождаемости, Б — общий коэффициент смертности, В — коэффициенты естественного прироста (убыли) населения.

Источник: составлено авторами по данным Росстата.

ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКАХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

Основными факторами, влияющими на миграцию сельского населения в республиках: Марий Эл, Мордовия, Чувашия, являются: природно-климатические, экономические, социальные, транспортные и ряд других. Уровень социально-экономического развития в этих республиках сильно не отличается друг от друга, он примерно одинаков, в республиках наблюдается: а) нехватка рабочих мест из-за медленной диверсификации сельской экономики; б) низкая обеспеченность сельских территорий социальной инфраструктурой (учреждениями здравоохранения и образовательными организациями) из-за интенсивного сокращения сельского населения; в) природно-климатические особенности; г) транспортная доступность для большинства сельских населенных пунктов из-за нехватки дорог с твердым покрытием и дорог общего пользования внутри муниципальных единиц в республиках.

На изменение численности сельского населения большое влияние оказывают миграционные процессы [10]. В ходе исследования был проведен анализ миграционных потоков по количеству прибывших и выбывших мигрантов в республиках (табл. 1, 2).

Таблица 1.

Распределение числа прибывших мигрантов по направлениям передвижения в республики ВВЭР (в % от общего числа прибывших)

Республики	Число прибывших								
	в пределах региона			из других регионов России			из-за пределов России		
	2002	2010	2020	2002	2010	2020	2002	2010	2020
Марий Эл	64,6	66,1	54,2	31,4	29,5	36,4	4,0	4,4	6,9
Мордовия	66,5	62,6	39,2	29,9	30,7	37,1	3,6	6,7	17,9
Чувашия	70,1	68,5	59,8	27,5	24,3	30,0	2,4	5,1	8,6
Средней показатель по республикам	67,0	65,7	51,0	29,6	28,1	34,5	3,3	5,4	11,1

Составлено авторами по [6, 7, 8].

Как видно из таблицы 2, средний показатель численности выбывших мигрантов по республикам по направлению передвижения по итогам Всероссийской переписи 2020 г. населения отличается. Так, число выбывших мигрантов в пределах республик с 2002 по 2020 гг. сократилось на 14,6%, а число выбывших мигрантов в другие регионы России осталось почти на одном уровне, число мигрантов, выбывших за пределы России увеличилось на 13,0%, особенно этот показатель выше в Республике Мордовия 21,5%. Высокие показатели миграционного оттока свидетельствуют о неблагоприятном состоянии социально-экономической ситуации. Временные миграции, связанные с отходничеством, часто трансформируются в безвозвратные. Для жителей периферийных районов республик переезд на территории с более благоприятными условиями являются одним из основных способов заработка.

Таблица 3.

Динамика численности сельского населения и населенных пунктов в республиках ВВЭР по итогам Всероссийской переписи населения 2002, 2010, 2020 гг.

Республики	Годы	Численность сельского населения, тыс. человек	Доля сельского населения в % к общей численности населения	Количество сельских поселений	Кол-во сельских населённых пунктов	в том числе без населения
Марий Эл	2002	268	36,9	180	1612	53
	2010	257	36,9	116	1597	72
	2020	219	31,6	105	1597	104
Мордовия	2002	357	40,2	422	1313	29
	2010	330	39,6	357	1250	61
	2020	280	36,7	233	1237	108
Чувашия	2002	517	39,4	350	1723	14
	2010	536	41,2	284	1720	17
	2020	439	36,1	284	1720	23

Составлено авторами по [6, 7, 8].

Численность сельского населения в республиках Марий Эл, Мордовия и Чувашия имеет тенденцию к сокращению (табл. 3). С 2002 по 2020 гг. численность сельского населения сократилась в регионах следующим образом:

- в Республике Марий Эл на 48,6 тыс. человек,
- в Республике Мордовия на 77,2 тыс. человек,
- в Чувашской Республике на 78,7 тыс. человек [3, 11].

В процентном отношении к общей численности населения сокращение демографического потенциала в регионах составило в Марий Эл на 5,3%, в Мордовии на 3,5%, в Чувашии на 3,3%. На такую динамику населения повлияли различные факторы: изменение технологического уклада сельского хозяйства, следствием чего является высокий уровень безработицы, гиперконцентрация населения и финансов в региональных центрах и крупных городах.

Исходя из анализа данных таблицы 3, с 2002 по 2020 гг. наблюдается сокращение количества сельских поселений:

- в республике Марий Эл на 75 сельских поселений;
- в Республике Мордовия на 189 сельских поселений;
- в Чувашской Республике на 66 сельских поселений [12].

Причинами этого процесса являются депопуляция, внутрирегиональная миграция населения, влияние урбанизация и ряд иных причин. В целом наблюдается экономическое и социальное сжатие сельского пространства. Сельские поселения трансформируются, происходит перераспределение населения между поселениями. Большая часть сельских жителей теряет связь с сельским хозяйством, что связано с появлением крупных агрохолдингов в республиках и автоматизацией труда. Появляются новые типы расселения, не связанные с исторически сложившимися

ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКАХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

населенными пунктами (жилые комплексы, коттеджные поселки и т.д.).

В республиках наблюдается сокращение количества населённых пунктов за исследуемый период:

- в Марий Эл на 15 СНП,
- в Мордовии на 76 СНП,
- в Чувашии всего на 3 СНП.

Наблюдается общая тенденция увеличения количества сельских населенных пунктов (СНП) без населения, особенно в республиках Марий Эл и Мордовия. В 2002 году в Республике Марий Эл было 1612 сельских населенных пунктов и из них 53 без населения, в 2010 году из 1597 сельских населенных пунктов 72 числятся без населения, а в 2020 году их количество увеличилось до 104. В Республике Мордовия в 2002 году было 1313 сельских населенных пунктов, в том числе, 29 без населения, в 2010 году из 1250 сельских населенных пунктов 61 числится без населения и в 2020 году количество сельских населенных пунктов составило 1237 и, в том числе, 108 без населения, таким образом, количество сельских населенных пунктов без населения увеличилось с 2002 года на 79 и составила 108 единиц. В Чувашской Республике количество сельских населенных пунктов без населения меньше чем в республиках Марий Эл и Мордовия. Например, из 1723 сельских населенных пунктов в 2002 году, только 14 — СНП без населения, а в 2020 году из 1720 сельских населенных пунктов таких поселений — 23 (табл. 3). Основными причинами этого являются: развивающиеся процессы урбанизации, следствие миграции населения в города, ликвидация бывших колхозов и совхозов в результате чего произошел рост безработицы среди сельских жителей, интенсивное сокращение социальных и культурных объектов, особенно дошкольных образовательных учреждений, сельских школ и др.

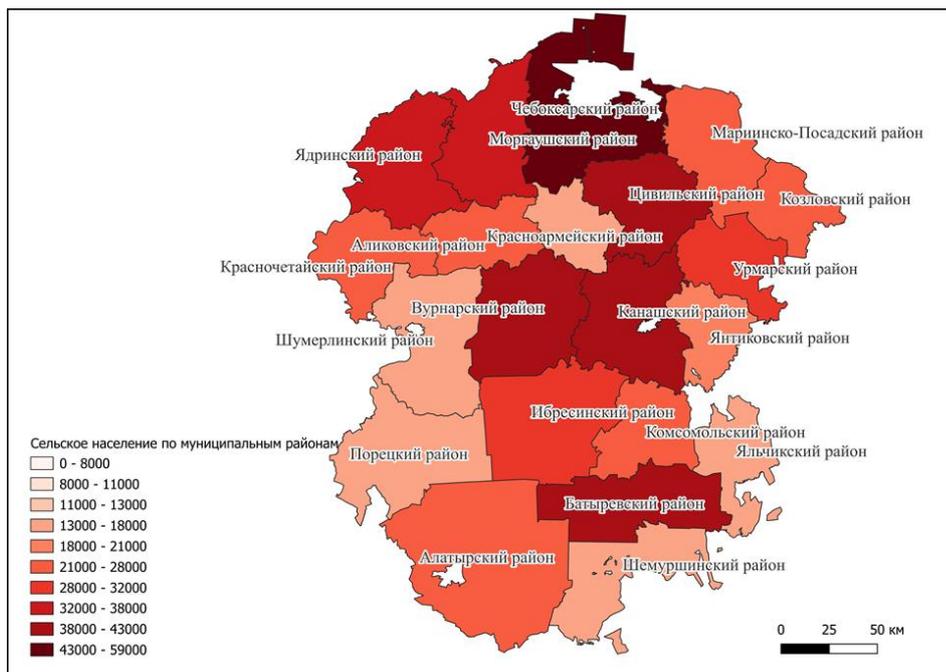
Населенные пункты без населения условно можно разделить на две группы:

— сезонно обитаемые (данный тип СНП трудно отличить от постоянно обитаемых деревень. В них хорошо просматриваются дома, постройки вокруг, заборы и др. На снимках можно разглядеть обрабатываемые земельные участки — огороды и сады).

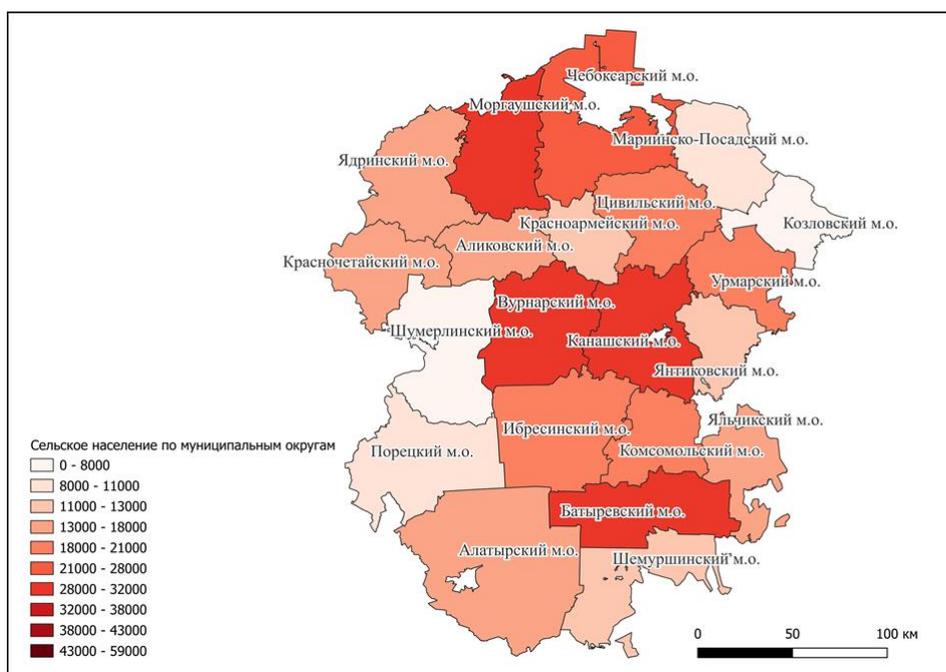
— оставленные (в отличие от сезонно-обитаемых СНП, данные пункты выглядят не столь хорошо сохранившимися. Вокруг домов часто отсутствуют заборы и хозяйственные постройки, также нельзя распознать обрабатываемые участки, дороги не так легко различимы) [10, 13].

На основе теории Дж. Фридмана «центр– периферия» важно отметить, что близость к городу является одним из основных факторов, влияющих на дифференциацию сельских территорий, о чем свидетельствуют данные на картохемах (рис. 2, 3, 4).

В республике Чувашия выделяются относительно не изменившие численность населения Чебоксарский, Канашский округа, в Республике Марий Эл Медведевский район, расположенный вокруг города Йошкар Ола, Лямбирский и Рузаевский районы Республики Мордовия, граничащие с городом Саранск.



А



Б

Рис. 2. Численность сельского населения по муниципальным районам (округам) Республики Чувашии: А — по данным ВПН 2002 г., Б — по данным Росстата 2024 г. Составлено авторами по [6, 12].
Наблюдается изменение соотношения городского и сельского населения в

ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКАХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

сторону последнего. При удалении от столиц республик наблюдается большее изменение доли численности сельского населения в сторону уменьшения, и низкая плотность сельского населения.

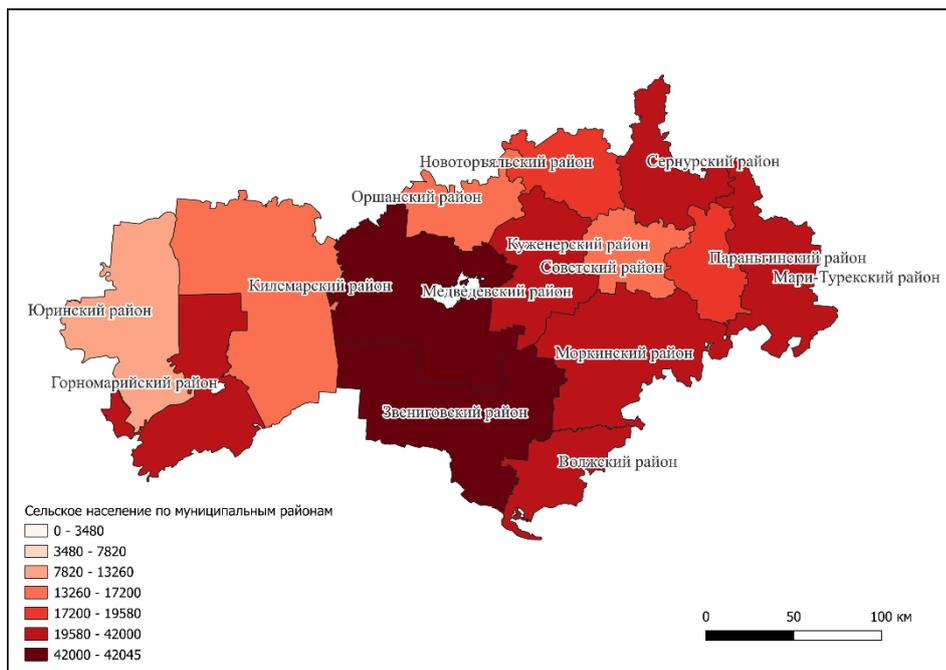
В ходе исследования авторами дана демографическая характеристика республик Волго-Вятского экономического района. Чувашская республика занимает площадь 18,3 тыс. км², в республике находится 21 муниципальный округ, 284 сельских поселения и 1720 сельских населённых пунктов (2020). Плотность населения по республике составляет 63 чел./км², в том числе, сельского населения 27 чел./км². Численность сельского населения в республике быстрыми темпами снижается в среднем со скоростью — 0,26% в год, основной причиной убыли населения является миграционный отток из сельской местности, отрицательное естественное движение населения.

По территории республики население размещено неравномерно. Численность сельского населения по округам Чувашии в период с 2002 года по 2024 год сильно изменилась, все округа потеряли сельское население, наибольшие изменения в количестве населения наблюдаются в Шумерлинском, Порецком, Мариинско-Посадском, Козловском, Ядринском, Красночетайском округах — расположенных на периферии республики. Относительно мало изменилась ситуация по численности сельского населения в Чебоксарском, Канашском округах (центры промышленности республики), в Батыревском и Комсомольском округах (преобладание доли татар в населении, которые менее подвержены миграционной активности в следствии большого числа занятых в ЛПХ и КФХ).

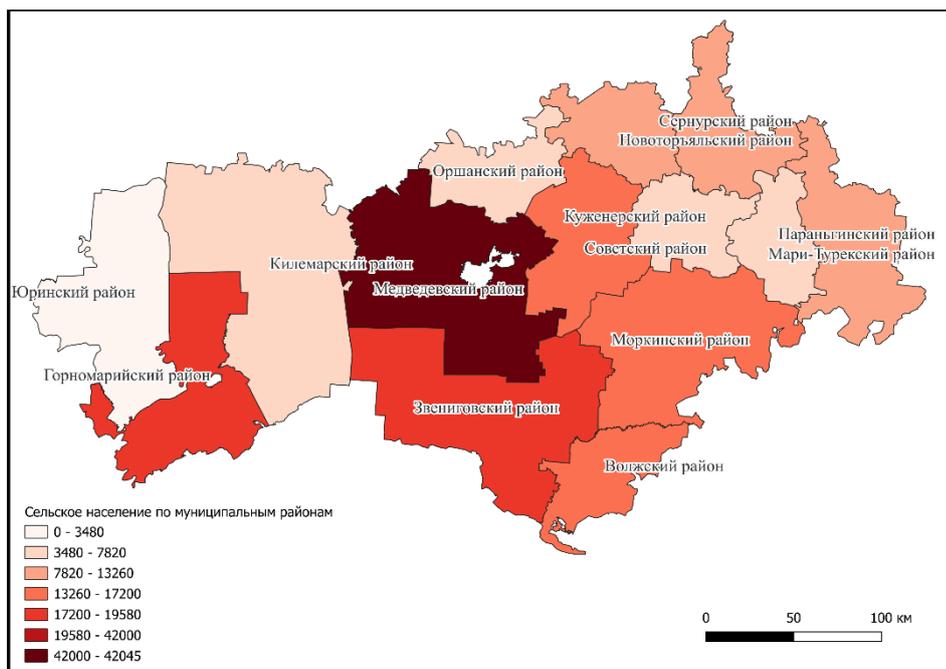
Республика Марий Эл занимает небольшую территорию всего 23,4 тыс. км², и регион отличается, этнорелигиозным своеобразием. В республике проживает 672,3 тыс. человек, плотность населения 28,50 чел. км² (2023), из которых около 40% марийцы.

Населения в республике имеет тренд к снижению, основными причинами убыли населения являются отрицательное естественное движение населения, миграционный отток трудоспособного возраста из сельской местности. В республике численность городского населения составляет 462,6 тыс. чел., сельского 209,6 тыс. чел. и постоянно сокращается (2023).

В географическом плане река Волга делит республику на две резко различные части — Заволжье и значительно меньшее по размерам Правобережье. Восточная часть Заволжья Моркинский, Волжский районы тяготеют к соседней Республике Татарстан, и относятся к территории трансграничного сотрудничества с Казанской экономической зоной. Западная часть Заволжья слабо заселена и была более подвержена миграционной активности (данные 2002 и 2024 гг.) населения из-за труднодоступности в связи с большими лесными массивами Юринский, Килемарский районы. Марийское Правобережье Горномарийский район представлено многочисленными сельскими населёнными пунктами и густым населением, данный регион по своим природно-экономическим условиям близко напоминает соседнюю Чувашию.



А



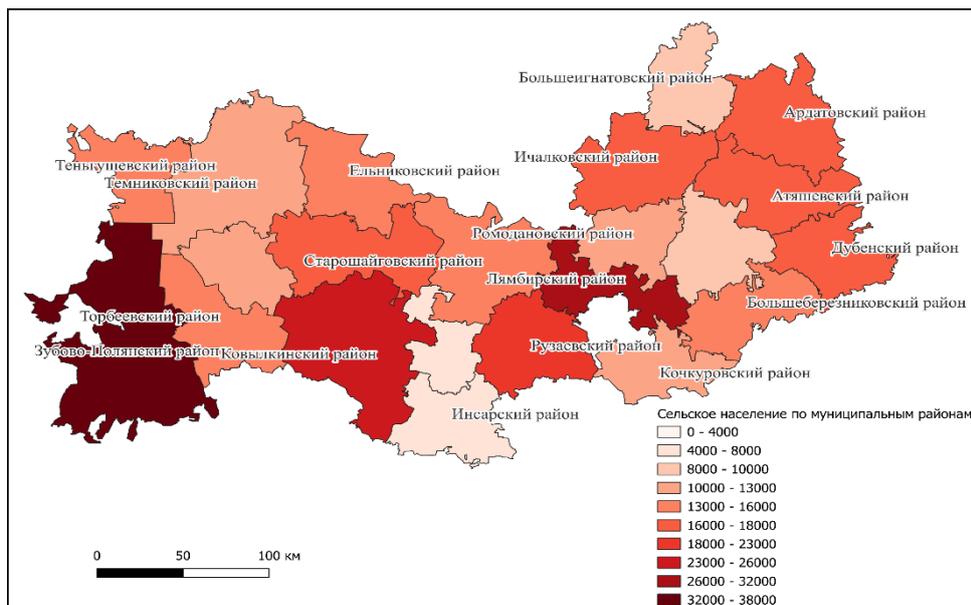
Б

Рис. 3 Карта численности сельского населения по муниципальным районам республики Марий Эл:

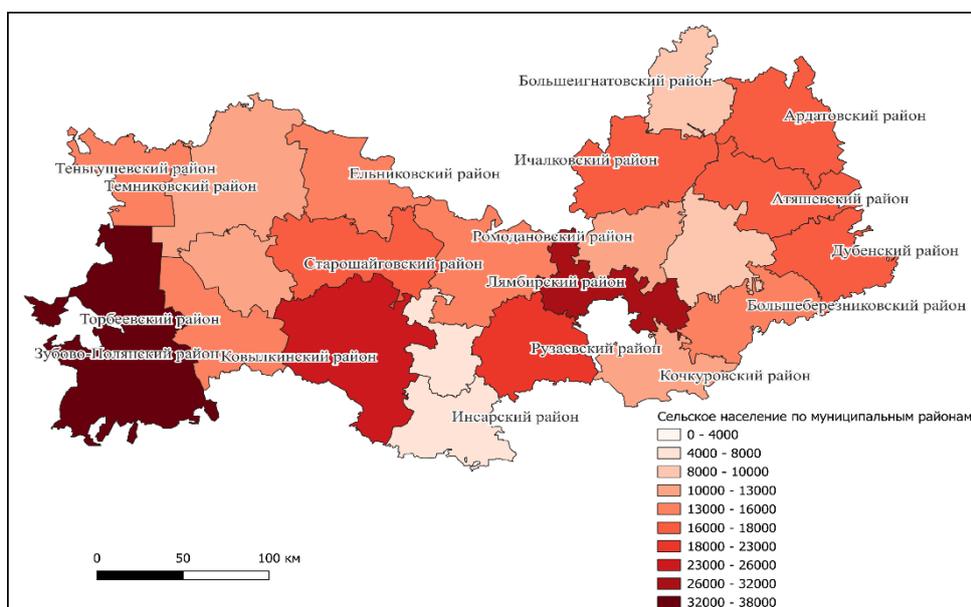
А — по данным ВПН 2002 г., Б — по данным Росстата 2024 г.

Составлено авторами [6, 14].

ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ
В РЕСПУБЛИКАХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА



А



Б

Рис. 4. Карта численности сельского населения по муниципальным районам республики Мордовия:

А — по данным ВПН 2002 г., Б — по данным Росстата 2024 г.

Составлено авторами [15].

В целом в республике наблюдаются негативные демографические тренды, как депопуляция, старение населения и миграционный отток, особенно из сельской

местности из-за малой доходности традиционных видов деятельности, сельского и лесного хозяйства, лесопереработки, пищевой промышленности и т.д.

Республика Мордовия занимает небольшую территорию 26,1 тыс. км² и расположена в центре Европейской части Российской Федерации в междуречье Оки и Суры. В состав Республики Мордовия входит 22 района и 3 города республиканского подчинения — Саранск, Рузаевка и Ковылкино.

По состоянию на 1 января 2024 года численность населения Республики Мордовия составляет 766,7 тыс. чел., в том числе, городского – 488,8 тыс.чел. (63,8%), сельского – 277,9 тыс.чел. (36,2%), плотность населения составляет 29,0 чел. км². [15]. Основу этнической структуры населения республики составляют: русские – 53,2%, мордва – 39,9%, татары – 5,2%. На периферии региона население теряет не только сельские населенные пункты, но и малые города Большеигнатовский, Инсарский, Теньгушеский, Zubово-Полянский районы. Лямбирский район не существенно подвержен миграции (большую часть населения составляют татары, как и в соседней Чувашии они менее подвержены перемещению и более оседлые, занимаются сельскохозяйственным трудом). В республике наблюдается притяжение сельскохозяйственного производства к городам - Лямбирский, Рузаевский районы. Специализация сельского хозяйства в республике изменилась, появилась избыточная рабочая сила, что способствует миграционной подвижности населения. Сельское население в основном занимается выращиванием зерновых и технических культур и садоводством.

ВЫВОДЫ

Современная геодемографическая ситуация исследуемых регионов складывается под воздействием экономических факторов. В исследовании раскрываются геодемографические аспекты развития сельского расселения в республиках Марий Эл, Мордовия, Чувашия Волго-Вятского экономического района России, рассмотрены взаимосвязи между демографическими процессами и развитием сельских поселений и населенных пунктов. Выявлены некоторые аспекты развития геодемографических процессов сельского расселения населения, дана характеристика естественного воспроизводства населения. Несмотря на то, что показатель смертности населения в республиках ВВЭР имеет тенденцию к снижению, он все же выше уровня рождаемости, в результате чего не обеспечивается воспроизводство населения.

Данные миграционных потоков за анализируемый период указывают на превышение выбывших мигрантов над прибывшими. В работе проанализирована динамика численности сельского населения по результатам Всероссийских переписей населения (в 2002, 2010 и 2020 гг.), которая показывает, что численность сельского населения в этих республиках имеет тенденцию к сокращению. Определены предпосылки увеличения сельских населенных пунктов без населения за 18 лет, с 2002 по 2020 годы.

ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКАХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

Список литературы

1. Мичурина Ф.З. Сельское расселение. Часть II. Региональный анализ развития и политика регулирования. Пермь, 1998. 107 с.
2. Покшишевский В.В. Население и география: Теоретические очерки. М.: Мысль, 1978. 315 с.
3. Пухова А.Г., Беляева Т.К., Толкунова С.Г., Кузнецова М.А. Территориально-демографические аспекты формирования трудовых ресурсов Республики Марий [Электронный ресурс]. URL: <https://natural-sciences.ru/article/view?id=37125> (дата обращения: 08.04.2025).
4. Кирсанов Д.Ф. Сельское расселение: социально-экономический аспект. К.: Изд-во «Наукова думка», 1988. 142 с.
5. Ковалев С.А. Сельское расселение / Под ред. проф. Ю. Г. Саушкина. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. 371 с.
6. Итоги Всероссийской переписи населения 2002 года / Рос. Федерация. Федер. служба гос. статистики. М.: Статистика России, 2004.
7. Всероссийская перепись населения 2010 года. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/perepisi_naseleniya (дата обращения: 14.10.2025).
8. Том 1. Численность и размещение населения / Итоги Всероссийской переписи населения 2020 [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya (дата обращения: 08.04.2025).
9. Демографический ежегодник России. 2023. М.: Росстат., 2023. 256 с.
10. Гайсин Р.И. Геодемографические аспекты развития и размещения сельского населения в Приволжском федеральном округе (2013–2023 гг.) // Успехи современного естествознания. 2025. №10. С. 15–22.
11. Архипов Ю.Р., Корнилов А.Г., Рахимов М.С. и др. Географо-экологическая характеристика природных ресурсов, населения и хозяйства Чувашской Республики. Чебоксары: Чуваш. Унта, 2003. 68 с.
12. Демография. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Чувашской республике [Электронный ресурс]. URL: <https://21.rosstat.gov.ru/demog> (дата обращения: 12.11.2025).
13. Румянцев И.Н., Смирнова А.А., Ткаченко А.А. Сельские населенные пункты «без населения» как географический и статистический феномен // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2019(1). С. 29–37.
14. Население. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Марий Эл [Электронный ресурс]. URL: <https://12.rosstat.gov.ru/folder/27269> (дата обращения: 12.11.2025).
15. Население. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Мордовия [Электронный ресурс]. URL: <https://13.rosstat.gov.ru/folder/27964> (дата обращения: 12.11.2025).

GEODEMOGRAPHIC ASPECTS OF RURAL POPULATION DEVELOPMENT IN THE REPUBLICS OF THE VOLGA-VYATKA ECONOMIC REGION

Gaisin R. I.¹, Rubtsov V. A.², Gaisin I. T.³, Kubyshkina E. N.⁴

^{1,2,3,4} Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation

E-mail: ¹gaisinrenat@bk.ru, ²eremicheva2000@outlook.com, ³gaisinilgizar@yandex.ru,

⁴kartaglobus@mail.ru

This article examines geodemographic aspects influencing rural population development in the republics of Mari El, Mordovia, and Chuvashia, which are part of the Volga-Vyatka Economic Region (VVER) of Russia. The study analyzes rural population dynamics from 2002 to 2020 based on the results of the All-Russian Population Censuses (ARPC) of 2002,

2010, and 2020. It is noted that from 2002 to 2020, the rural population decreased by 48,600 people in the Republic of Mari El, by 77,200 people in the Republic of Mordovia, and by 78,700 people in the Chuvash Republic.

The study examines the development of geodemographic processes influencing rural population growth in the regions under study (characterization of natural population movement and migration processes is provided, and the demographic situation is presented). The study identifies the main causes of the increasing number of uninhabited rural settlements. These include depopulation in these republics: natural population decline; migration processes; continuous declines in employment in agriculture; low quality of life in rural areas; deterioration of social infrastructure, and others.

Keywords: geodemography, rural population, republic, migration, settlement, population replacement, Volga-Vyatka Economic Region.

References

1. Michurina F.Z. Sel'skoe rasselenie. CHast' II. Regional'nyj analiz razvitiya i politika regulirovaniya. Perm', 1998. 107 p. (in Russian).
2. Pokshishevskij V.V. Naselenie i geografiya: Teoreticheskie ocherki. M.: Mysl', 1978. 315 c. (in Russian).
3. Puhova A.G., Belyaeva T.K., Tolkunova S.G., Kuznecova M.A. Territorial'no-demograficheskie aspekty formirovaniya trudovyh resursov Respubliki Marij [Elektronnyj resurs]. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37125> (data obrashcheniya: 08.04.2025). (in Russian).
4. Kirsanov D.F. Sel'skoe rasselenie: social'no-ekonomicheskij aspekt. K.: Izd-vo «Naukova dumka», 1988. 142 p. (in Russian).
5. Kovalev S.A. Sel'skoe rasselenie / Pod red. prof. YU. G. Saushkina. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1963. 371 s.
6. Itogi Vserossijskoj perepisi naseleniya 2002 goda / Ros. Federaciya. Feder. sluzhba gos. statistiki. M.: Statistika Rossii, 2004. (in Russian).
7. Vserossijskaya perepis' naseleniya 2010 goda. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Elektronnyj resurs]. URL: https://rosstat.gov.ru/perepisi_naseleniya (data obrashcheniya: 14.10.2025).
8. Tom 1. CHislennost' i razmeshchenie naseleniya / Itogi Vserossijskoj perepisi naseleniya 2020 [Elektronnyj resurs]. URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya (data obrashcheniya: 08.04.2025). (in Russian).
9. Demograficheskij ezhegodnik Rossii. 2023. M.: Rosstat., 2023. 256 p. (in Russian).
10. Gajsin R.I. Geodemograficheskie aspekty razvitiya i razmeshcheniya sel'skogo naseleniya v Privolzhskom federal'nom okruge (2013–2023 GG.) // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2025. №10. pp. 15–22. (in Russian).
11. Arhipov YU.R., Kornilov A.G., Rahimov M.S. i dr. Geografo-ekologicheskaya harakteristika prirodnyh resursov, naseleniya i hozyajstva CHuvashskoj Respubliki. CHEboksary: CHuvash. Unta, 2003. 68 p. (in Russian).
12. Demografiya. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po CHuvashskoj respublike [Elektronnyj resurs]. URL: <https://21.rosstat.gov.ru/demog> (data obrashcheniya: 12.11.2025).
13. Rumyancev I.N., Smirnova A.A., Tkachenko A.A. Sel'skie naselennye punkty «bez naseleniya» kak geograficheskij i statisticheskij fenomen // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya. 2019(1). pp. 29–37. (in Russian).
14. Naselenie. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Marij El [Elektronnyj resurs]. URL: <https://12.rosstat.gov.ru/folder/27269> (data obrashcheniya: 12.11.2025).
15. Naselenie. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Mordoviya [Elektronnyj resurs]. URL: <https://13.rosstat.gov.ru/folder/27964> (data obrashcheniya: 12.11.2025).

Поступила в редакцию 20.09.2025 г.

УДК 911.3

ЧЕХОВСКИЙ ЛАНДШАФТ ТАГАНРОГА: ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Калуцков В. Н.¹, Козлова Д. А.²

¹Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

*²Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация
E-mail: ¹v.kalutskov@yandex.ru, ²dakoziolova@sfedu.ru*

Литературный ландшафт формируется под воздействием двух основных процессов — художественного освоения и процесса музеефикации территории. С одной стороны, ландшафт созидает творчество «гения места», который своей литературной деятельностью создает места-образы. Но не менее важную роль играет музеефикация творчества и жизни гения, которая способствует материализации и локализации литературного наследия и сохранению мест-образов. Вот почему у литературного ландшафта всегда два «автора» — литературный гений, или «гений места», и талантливые ландшафтные планировщики и музейщики. Именно поэтому до нашего времени дошли только те литературные ландшафты, которые поддерживаются деятельностью литературных музеев и музеев-заповедников. В статье рассматриваются подходы к исследованию литературных ландшафтов. Выделяются типы литературных ландшафтов: усадебные, дворцовые, литературные кварталы больших городов, литературные ландшафты средних и малых городов, сельские, природные литературные ландшафты, ландшафты писательских городков. В качестве примера формирования городского литературного ландшафта приводится случай Таганрога. Обсуждаются процессы мемориализации и музеефикации чеховского ландшафта, включая процесс создания и оформления мемориальных и ассоциативных литературных мест. Анализируется процесс развития территориального бренда, связанного с именем Чехова.

Ключевые слова: литературный ландшафт, литературно-географический подход, литературное место, Чехов, Таганрог.

ВВЕДЕНИЕ

Как отмечают исследователи, взаимодействие географии с художественной литературой расширяет целостность предмета исследования, так как специфика литературно-географического подхода заключается в сотворчестве форм освоения действительности — научной и художественной [1].

В настоящее время географическое осмысление роли литературного творчества в пространстве привело к формированию нового научного направления — литературной географии. Основным объектом его исследования являются литературные ландшафты, под которыми понимаются культурные ландшафты, связанные с определенным литературным именем и обладающие устойчивым спектром литературных мест-образов [2]. В процессе литературного творчества географическое пространство, в котором оно осуществляется (природный и культурно-исторический контекст, люди, арте- и ментефакты конкретного места) оказывают сильное воздействие на автора, во многом, формируя его художественный стиль, определяя сюжетные линии произведений, персонажей и т.д. В свою очередь, будучи описанными в литературных произведениях, географические объекты (места, территории) приобретают новые смыслы, становятся узнаваемыми, усиливается их индивидуальность и, зачастую, привлекательность для посещения. Когда какая-то

территория становится местом относительно длительного периода литературного творчества одного или нескольких писателей, она неизбежно насыщается множеством символических объектов, связанных с этим творчеством, превращаясь в литературный ландшафт. А сами писатели для таких территорий становятся «гениями места».

При дальнейшем осмыслении литературного наследия и его отражения в пространстве, литературные ландшафты могут развиваться за счет мемориализации (например, название или переименование улиц, библиотек и пр. в честь писателя) и музеефикации отдельных объектов (например, дома-музеи писателей), а также создания новых художественных произведений, но связанных с творчеством гения места (например, памятники, скульптуры и пр.).

Сложившиеся литературные ландшафты становятся важными объектами туристского интереса, зачастую способствуя формированию региональных брендов, диверсификации и оздоровлению экономики в отдельных городах и регионах, что особенно значимо для периферийных регионов страны.

Одним из ярких мест на литературной карте России, безусловно, является город Таганрог, где родился и провел значительную часть своей жизни А.П. Чехов.

Целью работы является выявление и изучение литературного ландшафта Таганрога, включая выделение этапов его развития, анализ его пространственной организации, определение его роли в формировании привлекательности бренда территории.

Относительно общего образа Таганрога к моменту рождения в нем Антона Павловича Чехова (1860–1904) можно отметить, что город к тому времени стал ведущим портом на Азовском море. Эта экономическая специализация во многом определила его дальнейшее развитие — купцы, «делавшие состояние» на торговле и экспорте российских товаров (икры, зерна и т.д.), вкладывали полученные средства в том числе в украшение Таганрога — строительство храмов, особняков, окруженных садами и парками; даже надгробий на городском кладбище, некоторые из которых являли собой скульптуры, изготовленные по заказу у итальянских мастеров. Возведение объектов производилось согласно проектам лучших архитекторов того времени. В городе действовал театр с приглашенными зарубежными артистами, был устроен городской сад, в котором теплыми вечерами играл оркестр, работали детские гимназии [3].

Проведенный авторами анализ литературного ландшафта города, во многом сформировавшегося под воздействием «гения места» — А. П. Чехова — позволил выделить определенные характерные региональные литературные образы. А исследование мемориального освоения территории помогло отследить развитие и современное состояние ее культурного пространства [4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследователи отмечают недостаточную разработку теоретико-методологических основ литературной географии, что определяется «молодостью» и пограничным положением дисциплины — между культурной географией и

ЧЕХОВСКИЙ ЛАНДШАФТ ТАГАНРОГА: ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

литературоведением [5], хотя в культурной географии литературно-географические исследования берут свое начало еще в методах исследования городского пространства Н.П. Анциферова [6].

В широком смысле теория и методология культурной географии имеет «ядерный» характер, основными рассматриваемыми категориями в котором выступают «культурное пространство», «место», «географический образ». В данном случае может оказаться полезным комплексный подход к истории формирования и развития литературных мест, а также культурно-географический метод определения границ и пространственной организации литературного ландшафта.

В настоящее время исследователи в данном новом направлении географической науки действуют преимущественно интуитивно, не имея общепризнанной единой методологической схемы работы.

Методика настоящего исследования включала анализ источниковой базы, имеющей отношение к жизни и творчеству А.П. Чехова в Таганроге (письма, дневниковые записи, архивные материалы). Также в ходе двух экспедиций (январь, март 2025 г.) было произведено полевое обследование изучаемой территории с целью выявления основных элементов структуры литературного чеховского ландшафта и примеров мемориализации пространства.

Применение комплексного культурно-географического метода позволило выявить основные элементы пространственной структуры современного литературного ландшафта города Таганрога и картографировать его.

С помощью историко-генетического метода на основе соотношения процесса художественного освоения пространства и его мемориализации были установлены этапы развития литературного ландшафта исследуемой территории.

1. ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ ЛИТЕРАТУРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Комплексный географический подход позволяет выделить следующие типы литературных ландшафтов: усадебные, дворцовые, литературные кварталы больших городов, литературные ландшафты средних и малых городов, сельские, природные литературные ландшафты, а также ландшафты писательских городков. В рамках данного исследования актуально говорить о **городском литературном ландшафте**, что представляет собой систему **кластеров**; литературные места в таких ландшафтах, как правило, территориально разобщены, не связаны друг с другом. При этом ситуация кардинально различается для больших, средних и малых городов.

В больших городах с мощным культурным слоем, обладающих спектром литературных мест, связанных с творчеством множества литераторов, сложно выделить авторские литературные ландшафты. Однако **в больших городах** России возник такой культурно-географический феномен как **литературные кварталы** [7].

Другая культурно-географическая ситуация характерна для **средних и малых городов**. Для них имя крупного писателя может стать городским брендом, способствующим развитию города. В качестве примеров приведем связанный с М. Ю. Лермонтовым литературный ландшафт Пятигорска, литературный ландшафт Старой Руссы Ф. М. Достоевского и как раз-таки чеховский ландшафт Таганрога.

Существует многообразие литературных ландшафтов и, соответственно, подходов к их изучению. Например, отмечаются различия по форме территории, по времени существования, по сложности структуры, по соотношению мемориального и ассоциативного оснований, по соотношению природно-исторической и литературной действительности и другим признакам [8].

1. По соотношению мемориального и ассоциативного оснований выделяют **мемориальные, ассоциативные и комплексные** литературные ландшафты [9, 10]. Первые связаны с жизнью литературного гения, вторые — с его творчеством, а для третьих — жизнь и творчество неразделимы (как в случае с чеховским Таганрогом).

2. По количеству «авторов ландшафта» различаются **монолитературные** и **полилитературные** ландшафты. Монолитературные ландшафты представляют собой продукт жизни и творчества одного литератора (Таганрог А. П. Чехова), полилитературные ландшафты сформированы несколькими авторами. Большая часть городских литературных ландшафтов относится к полилитературным. Однако и среди усадебных встречаются подобные ландшафты.

3. По типу «авторства ландшафта». Одни литературные **ландшафты** представляют собой продукт **творчества писателя**, воплощенный в нескольких произведениях автора. К примеру, образы жителей Таганрога у А. П. Чехова, к которым писатель обращался на протяжении своего творчества, находя новые темы и создавая новые литературные образы. Известно, что с 1869 по 1874 гг. семья Чеховых провела в «доме Моисеева». В те времена к Таганрогу как раз было подведено железнодорожное сообщение, и недалеко от этого места появился вокзал. Многие торговцы переселились сюда, в том числе и отец будущего писателя — П. Е. Чехов. На входе в дом была установлена большая черная вывеска с надписью, выведенной на ней сусальным золотом: «Чай, сахар, кофе и другие колониальные товары». На первом этаже располагался торговый зал и некоторые жилые помещения. Желая приобщить детей к труду, отец брал их с собой в лавку, где они помогали ему в торговле. Можно сказать, эта работа дала будущему писателю знание людей, характеров, помогла ему «вырасти» – так как лавка отца считалась своеобразным «клубом» таганрогских обывателей. *«Чередуя гимназию с лавкой, Антон Павлович имел возможность наблюдать не мало типов, из которых многие пригодились ему, как писателю. Мастерски зарисовано им очень много фигур, проходивших перед глазами в детстве»* (Чехов Ал. П. цитата по [11]). Наверняка самым ярким и запоминающимся образом можно считать инспектора гимназии А.Ф. Дьякова, ставшего прототипом учителя Беликова из «Человека в футляре».

Другие литературные ландшафты воплощены в одной повести или даже в одном стихотворении: в таком случае можно говорить о **ландшафте одного литературного произведения**. Такие ландшафты могут включать исторические места, культурные артефакты, пейзажи, людей, которые выступили прообразами литературных героев.

4. По уровню аутентичности выделяются **аутентичные** и **«новодельные»** ландшафты. В первом типе ландшафтов доминируют подлинные литературные и историко-культурные места; в «новодельных», напротив, уровень сохранности материальных объектов в ландшафте минимален. Как правило, проблема утраты наследия связана с трагическими страницами истории страны. Но при грамотной

работе ландшафтных планировщиков и музейных работников последние являются не менее привлекательными для литературных паломников. В данном случае чеховский ландшафт Таганрога в большей степени характеризуется как аутентичный, но с определенной долей восстановленных объектов, которые были разрушены или частично пострадали во время Великой Отечественной войны.

5. По роли «соавтора» литературного ландшафта. Все литературные ландшафты, связанные с крупными писателями, музеефицированы и потому испытывают воздействие музейного и территориального проектирования. Но в одних случаях роль хранителя и ландшафтного проектировщика соразмерна роли литератора, в других — она менее заметна. В первом случае можно говорить о «соавторстве» литературного ландшафта [8]. В контексте изучаемой в данном исследовании территории выделить одну ключевую фигуру «соавтора» не представляется возможным, однако, можно говорить о ряде персоналий, внесших определенный вклад в мемориализацию пространства (В. Гаршин, М. П. Чехова, О. Л. Книппер-Чехова и т. д.).

2. ПЕРВИЧНАЯ МЕМОРИАЛИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ

История формирования чеховского ландшафта Таганрога начинается с первичной мемориализации территории, которая была начата местной общественностью в год смерти писателя (1904 г.) и хронологически может быть представлена следующим образом. В 1904 г. Александровская улица (до 1862 г. — Полицейская), где находится дом, в котором родился и провёл ранние годы детства Антон Павлович, была переименована в улицу Чехова (рис. 1).

В сентябре 1904 г. имя А. П. Чехова присвоено городской библиотеке.

Знаменитая уроженка Таганрога Фаина Раневская в 1904 г. еще жила в городе. Осталось следующее воспоминание о том, как она встретила известие о смерти писателя: *«Одним из первых воспоминаний детства стала смерть Чехова. Она навсегда запомнила прекрасное летнее утро и горестно рыдающую над газетой мать. Перепуганная Фаина поплакала вместе с ней, а потом нашла первую попавшуюся книгу Чехова и прочитала её. Это оказалась «Скучная история», которая произвела на нее такое впечатление, что позже Раневская написала, вспоминая тот момент, когда она закрыла книгу: «На этом кончилось мое детство. Я поняла всё об одиночестве человека»* [12].

Благодаря усилиям «Чеховского кружка», организованного в Таганроге в июне 1905 г. по инициативе В. Гаршина, в 1914 г. на стене дома, где был рожден писатель, установлена мемориальная доска.

В 1931 г. в Таганрог приехал журналист А. Морозов, назначенный редактором газеты «Донская правда». Это факт примечателен тем, что через 4 года его жена — скульптор В. Морозова — создаст первый в России памятник (бюст) А. П. Чехову.

В 1934 г. в связи с предстоящим 75-летием со дня рождения писателя между Красным переулком и колоннадой бывшего Гостиного двора был разбит сквер, который получил его имя.

В мае 1935 г. в Таганроге широко отмечают 75-летие со дня рождения А.П. Чехова. В город приезжает труппа МХТ. В числе почетных гостей — М.П. Чехова и О.Л. Книппер-Чехова. На усадьбе музея «Домик Чехова» торжественно открывают тот самый памятник писателю. Автор: скульптор В. Г. Морозова. «Самым крупным памятником Антону Павловичу Чехову является изумительное перерождение самого города... Чеховское захолустье превращено волей коммунистической партии в цветущий социалистический город» (О.Л. Книппер-Чехова, 1935 г. цитата из экспозиции музея «Градостроительства и быта г. Таганрог»).

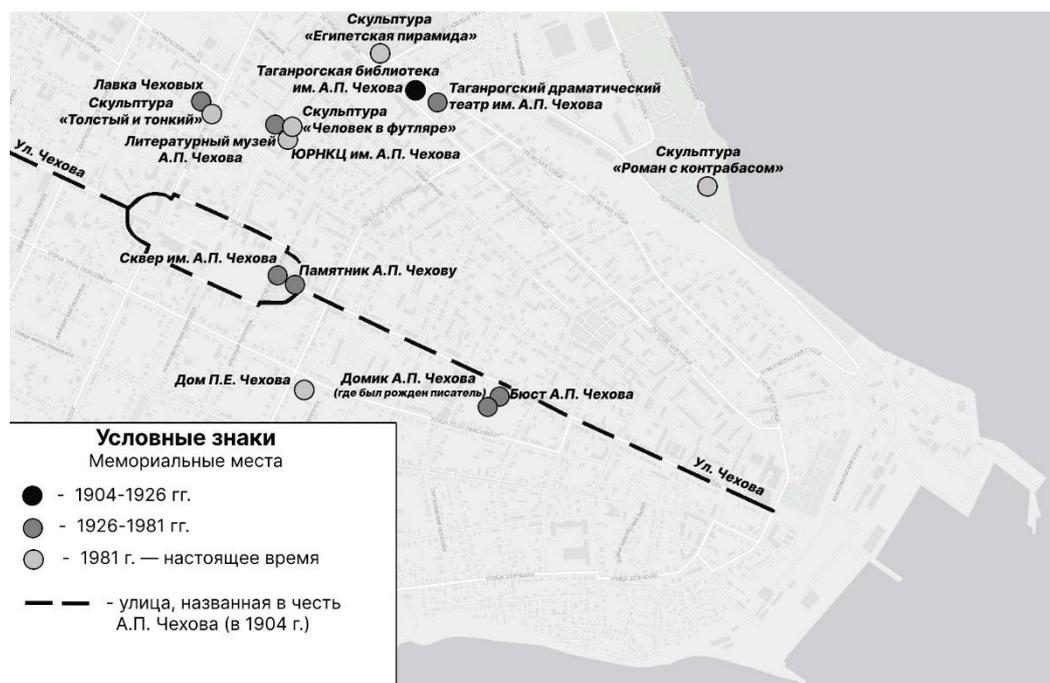


Рис. 1. Формирование литературной карты Таганрога.

Составлено авторами.

В 1944 г. имя А. П. Чехова вполне закономерно было присвоено Таганрогскому театру, за время существования которого на его сцене выступали знаменитые российские и зарубежные артисты, были поставлены практически все чеховские произведения и пьесы (рис. 1). Здание театра по сей день осталось неизменным с того времени, как его посещал гимназист «Антоша Чехонте». На верхнем ярусе галерки и сегодня можно отметить памятный знак «место Антона Чехова».

В 1954 г. средняя общеобразовательная школа №2, которая до 1975 г. располагалась в здании гимназии, получила имя своего выдающегося выпускника.

В январе 1960 г. у торговых рядов на Красной площади Таганрога появился монумент А. П. Чехову работы скульптора И. Рукавишникова. Сейчас он считается главным памятником, связанным с писателем в городе. Скульптура изображает

**ЧЕХОВСКИЙ ЛАНДШАФТ ТАГАНРОГА:
ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ**

А. П. Чехова таким, каким он и был большую часть своей жизни – полным жизненных сил молодым человеком (вопреки расхожему мнению о его чрезмерной болезненности, которая, безусловно, настигла писателя, но уже в конце жизни). Взор А. П. Чехова обращен на улицу, носящую его имя, в руках традиционно записная книжка.

С 2008 по 2011 гг. в городе также был установлен ряд скульптур чеховских персонажей. Например, по мотивам «Каштанки» у входа в Парк Горького со стороны Петровской сооружена «Египетская пирамида» - эпизод циркового номера (рис. 2). По мотивам рассказа «Роман с контрабасом» на Пушкинской набережной города установлена соответствующая скульптурная композиция.

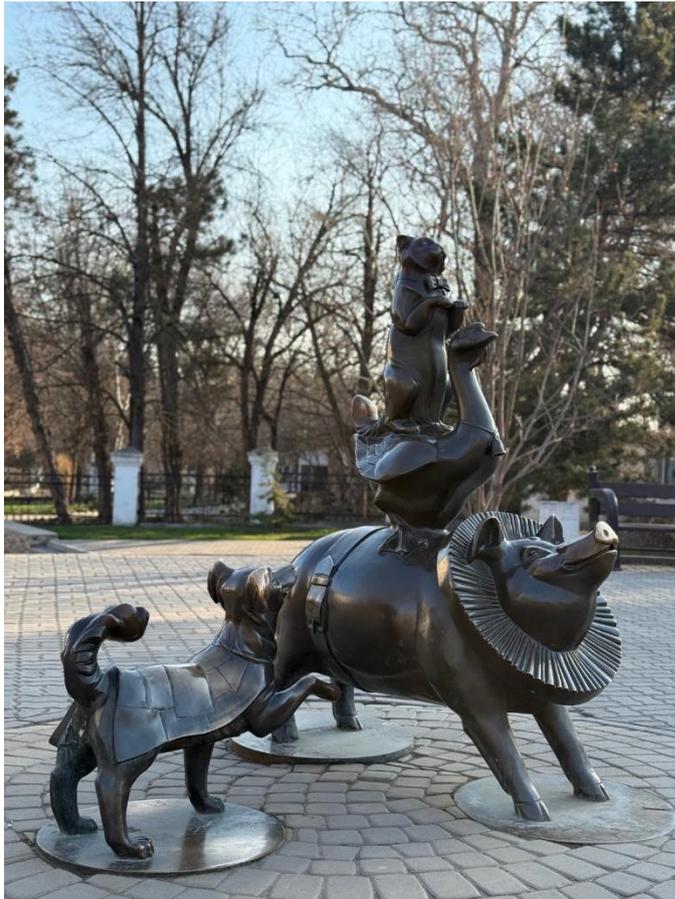


Рис. 2. Скульптурная композиция «Египетская пирамида», созданная скульптором Д. Линдиным по мотивам рассказа А. П. Чехова «Каштанка». Установлена на площадке перед входом в Парк им. Горького.

Фото Козловой Д. А.

Одним из самых ярких эпизодов творчества писателя по праву является рассказ «Человек в футляре». Как уже отмечалось, прототипом учителя Беликова стал инспектор его гимназии А. Ф. Дьяков (чей дом в городе располагался и до сих пор располагается в одном квартале с Домиком Чехова — квартале №144). В январе 2010 г. перед входом в гимназию был сооружен памятник персонажу из этого произведения. И самой последней является многофигурная скульптурная композиция по мотивам рассказа «Толстый и тонкий», установленная у «Лавки Чеховых» (рис. 1).

В 2010 г. была построена Чеховская набережная, на которой расположился памятник писателю «Вишневый сад».

3. МУЗЕЕФИКАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ

Музеефикация чеховского ландшафта Таганрога проводилась поэтапно. Сначала 29 января 1910 г. при городском музее была открыта комната А. П. Чехова, в которой были собраны материалы, рассказывающие о жизни и творчестве великого писателя. Ранее в газете «Таганрогский вестник» был опубликован полный список всего, что имелось в Чеховской комнате.

17 января 1914 г. состоялось торжественное открытие библиотеки и городского музея им. А. П. Чехова в здании, построенном по проекту архитектора Ф. О. Шехтеля (друга писателя).

В 1926 г. для посещения открылся дом, где был рожден Антон Павлович. При музее организована краеведческая ассоциация. Он и в данный момент состоит из трех небольших комнат, кухни и экспозиции предметов быта середины XIX в., то есть, современных автору. Также сюда входят фотографии и документы, относящиеся к старшему поколению семьи Чеховых.

Уже через год «Таганрогский музей им. А. П. Чехова» объединяет под своим руководством музеи: Историко-революционный, Краеведческий, Художественный, Естественно-Исторический, Исторический; Историческую галерею в бывшем дворце Александра I, Отдел, посвященный имени А. П. Чехова, и домик, где родился А.П. Чехов.

В 1933 г. музею «Домик Чехова» присвоен статус мемориального, а через 2 года на основе литературного отдела городского музея открыт Литературный музей им. А. П. Чехова.

Великая Отечественная война непосредственным образом затронула Таганрог (город находился под оккупацией в 1941-1943 гг.), но уже 1 сентября 1943 г. в освобожденном городе снова открыт для посещения музей «Домик Чехова», а еще через несколько дней — 11 сентября — в Литературном музее им. А. П. Чехова восстановлен и открыт Чеховский зал.

50-е гг. ознаменовались переименованием «Литературного музея имени А.П. Чехова» в «Литературный музей А. П. Чехова».

14 октября 1975 г. Исполнительный комитет Таганрогского городского Совета депутатов трудящихся выносит решение №247 «О размещении Литературного музея А. П. Чехова в помещении общеобразовательной школы №2 (располагавшейся тогда

ЧЕХОВСКИЙ ЛАНДШАФТ ТАГАНРОГА: ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

в здании гимназии, где учился писатель) и создании новой музейной экспозиции». В этом же решении говорится о передаче Литературному музею А. П. Чехова здания Горэлектросети для создания музея «Лавка Чеховых». Как отмечалось выше, именно в этом двухэтажном доме, построенном в первой половине XIX в., семья Чеховых прожила с 1869 по 1874 гг. В ноябре 1977 г. музей «Лавка Чеховых» был открыт. Сейчас здесь воссоздана атмосфера того времени, а на первом этаже организована торговля «колониальными товарами», как это было во времена автора. В интерьерах присутствуют оригинальные живописные работы Николая Чехова, брата писателя.

В январе 1980 г. в здании Чеховской гимназии (где на тот момент уже располагался Литературный музей) открыта мемориальная экспозиция. Объектами показа являются мемориальный класс, актовый зал, вестибюль и карцер.

В июне 1981 г. было принято решение о создании музейного комплекса — Таганрогского государственного литературного и историко-архитектурного музея-заповедника путем объединения Таганрогского краеведческого музея и Таганрогского государственного литературного музея А. П. Чехова. В январе 1985 г. в здании гимназии открывается литературно-мемориальная экспозиция «Писатель и Родина», которая долгие годы считается лучшей чеховской экспозицией. Ее основной целью был рассказ о жизни и творчестве А. П. Чехова и роли Таганрога в них. Именно здесь формировался характер будущего писателя, накапливались жизненные впечатления, были первые пробы пера.

В 2010 г. к юбилею писателя в Литературном музее А. П. Чехова торжественно открывается новая литературная экспозиция «А. П. Чехов: родному городу и миру».

В 2013 г. в левом крыле здания Литературного музея А. П. Чехова оборудованы первые в Ростовской области залы открытого хранения фондов. На базе музея начал свою работу Южно-Российский научно-культурный центр А. П. Чехова (ЮРНКЦ А. П. Чехова), разместившийся в правом крыле здания. Здесь же в сентябре 2013 г. открыта детская музейная творческая студия «Антоша Чехонте».

Апрель 2014 г. ознаменован участием сотрудников музея-заповедника в акции «Вся Россия — наш сад». В мемориальном саду дома-музея А. П. Чехова в Ялте (Республика Крым) высажены березы, привезенные из Таганрога. В сентябре этого же года на усадьбе музея «Домик Чехова» высажены кусты роз сорта «Антон Чехов», подаренные ялтинскими коллегами.

Самым «молодым» чеховским местом в Таганроге является открытый к посещению в январе 2024 г. «Дом П. Е. Чехова». Этот дом и усадьба со всеми сохранившимися на ней объектами являются единственной собственностью Чеховых в Таганроге. Здесь писатель жил один, когда семья уехала в Москву, а он остался оканчивать гимназию (рис. 1).

4. ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО РЕГИОНАЛЬНОГО БРЕНДА

Значимость, сохранность и представленность литературного наследия А.П. Чехова в городском пространстве Таганрога позволяет рассматривать его в качестве одного из потенциально значимых центров литературного туризма России. Уже сегодня большинство экскурсионных программ в Таганроге ориентированы

именно на чеховские места. Важной задачей в развитии туризма в регионе представляется формирование современного бренда территории, одной из ключевых составляющих которого является образ А.П. Чехова.

Большую работу по популяризации творчества А. П. Чехова и включению его образа в региональный бренд проводит Таганрогский государственный литературный и историко-архитектурный музей-заповедник [13].

С 2007 г. в городе ежегодно проводится Международный Чеховский книжный фестиваль. В рамках фестиваля организуются творческие встречи, лекции, семинары, акции, открытые уроки, мастер-классы, «завтраки с поэтами» и «ужины с писателями», литературные пикники, викторины, конкурсы, концерты, спектакли, театрализованные представления, фотовыставки, презентации, экскурсии, стрит-арты, флешмобы, перформансы, исторические реконструкции, иммерсивные экскурсии, во время которых экскурсанты в исторических антуражах сталкиваются то с «человеком в футляре», то с «толстым и тонким», то с «дамой с собачкой», а то и с самим «Антоном Павловичем».

29 января 2010 г. в честь празднования 150-летия со дня рождения писателя Литературный музей А. П. Чехова посетил Президент Российской Федерации Д. А. Медведев. В мемориальном актовом зале Чеховской гимназии он встретился с известными деятелями культуры: А. С. Кончаловским, О. П. Табаковым, Б. С. Ступкой и др.

Также с целью популяризации писательского наследия, памятников истории и культуры Таганрога и Ростовской области в созданном к 150-летию со дня рождения писателя в 2010 г. Южно-Российским научно-культурным центром А. П. Чехова проводятся научные семинары, конференции, творческие встречи. Разрабатываются программы для детей.

11–14 сентября 2013 г. на родине писателя прошла Международная научно-практическая конференция «А. П. Чехов. Пространство природы и культуры». С сентября этого же года по январь следующего прошел (и стал ежегодным) областной детский творческий конкурс «Эпоха Антоши Чехонте».

14–16 сентября 2021 г. была проведена международная научно-практическая конференция «Чехов и Шолохов: природа, человек, общество». Она объединила два крупных международных научных мероприятия — традиционные Чеховские чтения в Таганроге и Шолоховские чтения в станице Вешенской. В Чеховских чтениях приняли участие свыше 60 специалистов из 6 стран.

В апреле 2023 г. в Литературном музее А. П. Чехова прошло торжественное открытие XIV Международной научной конференции «Молодежные Чеховские чтения в Таганроге».

Образ писателя использовался также и в гастрономическом туризме: авантюрный микс русской и европейской кухни предлагает таганрогский ресторан «Чехов Сад». Здесь гастрономия часто дополняется театральными перформансами, разыгрываемыми на импровизированной сцене актерами местного частного театра.

Подобные инициативы в том числе привели к тому, что в 2023 г. стилизованное изображение А. П. Чехова было включено в утвержденный брендбук города.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования вновь получила подтверждение гипотеза о значимости процессов литературного освоения пространства (художественного и мемориального). Проведенное исследование позволило сделать следующие основные выводы:

1. Литературный ландшафт Чехова в Таганроге — комплексный монологический ландшафт; в нем жизнь и творчество писателя неразделимы. При этом имя Чехова выступает в качестве безусловного доминанта в его формировании. Чеховский ландшафт города представляет собой продукт всего **творчества писателя**, воплощенный в нескольких произведениях автора. К примеру, образы жителей Таганрога у Чехова, к которым писатель обращался на протяжении своего творчества, находя новые темы и создавая новые литературные образы.

2. Чеховский ландшафт Таганрога представляет собой территориально целостный литературный ландшафт, основными элементами пространственной структуры которого являются линейные (исторические улицы), площадные (парки, скверы, связанные с жизнью писателя) и точечные (здания, памятники) объекты разного уровня значимости. Основной осью литературного ландшафта Таганрога, структурирующей вокруг себя большую часть мемориальных объектов, является улица Чехова (бывшая Александровская). Центральным литературным местом выступает домик писателя и Литературный музей А. П. Чехова, объединенные в Таганрогский государственный литературный и историко-архитектурный музей-заповедник. Важными литературными местами в городе являются его части и улицы с исторической топонимией. В ландшафт органично включаются памятники, скульптуры (в том числе, посвященные персонажам из произведений Чехова), оформленные видовые точки.

3. В формировании современного литературного ландшафта Таганрога отчетливо выделяются три этапа: 1) 1904–1926 гг. — год смерти писателя — открытие первого полноценного музея «Домик Чехова»; 2) 1926–1981 гг. — от открытия «Домика Чехова» до учреждения музея-заповедника; 3) 1981 г. — по настоящее время.

4. Анализ литературно-географического освоения территории позволяет выделить перспективность развития историко-культурного и мемориального туризма, разработку и проведение маршрутов по следам великих людей [3]. Это можно считать актуальным для чеховского ландшафта Таганрога, в котором сохранились места, как непосредственно связанные с жизнью писателя, так и вдохновлявшие его на творчество, то есть, выражаясь научной терминологией, представляющего собой комплексный литературный ландшафт по соотношению мемориального и ассоциативного оснований.

Список литературы

1. Любичанковский А.В. Феномен литературного ландшафта // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 1 (67). №1. 2015. С. 30–40.
2. Калуцков В.Н. Литературная география: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 2024. 118 с.
3. Струков И. В. Таганрог – город детства и юности Антона Павловича Чехова. Т.: типография «АДВ», 2018. 35 С.
4. Любичанковский А.В., Поздеев А.О. Литературный туризм в Урало-Каспийском трансграничном регионе // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 7 (73). № 2. 2021. С. 146–156.
5. Калуцков В.Н., Матасов В.М. Литературный ландшафт и вопросы его развития (на материале Пушкиногорья) // Географический вестник = Geographical bulletin. 2017. №1(40). С. 25–34.
6. Анциферов Н.П. Душа Петербурга. СПб., 1922.
7. Литературная география России. Науч. ред. Ю. А. Веденин, В. Н. Калуцков. М.: Изд-во МГУ, 2022. 295 с.
8. Калуцков В.Н. Литературный ландшафт как машина воображения // Культурный ландшафт: Эволюции и революции воображения. Мат-лы Всероссийской междисциплинарной научной конференции с международным участием. М.: Институт географии РАН. 2020. С. 48–54.
9. Веденин Ю.А. Литературные ландшафты как объекты наследия // География в школе. 2006. № 8. С. 15–21.
10. Веденин Ю.А. География наследия. Территориальные подходы к изучению и сохранению наследия / Ю.А. Веденин. М.: Новый Хронограф, 2018. 472 с.
11. Министерство культуры Ростовской области. Чеховская комиссия Совета по истории мировой культуры РАН. Таганрог и Чеховы. Материалы к биографии А. П. Чехова. Таганрогский государственный литературный и историко-архитектурный музей-заповедник. Т.: 2003. 732 с.
12. Раневская Ф. Дневник на клочках. Санкт-Петербург: Издательство Фонда русской поэзии при участии альманаха «Петрополь», 2002. 128 С.
13. Таганрогский музейон 1898–2023. Альбом. Юбилейное издание. Под. Ред. Л. А. Токмаковой. Т.: Типография ООО «Идея», 2023. 88 с.
14. Калуцков В.Н. Южанин в Сибири: литературно-географическое исследование путешествия А. П. Чехова (на материале очерков А. П. Чехова «Из Сибири» и его путевых писем) Географический вестник. 2021. № 3(58). С. 74–91.

**CHEKHOV'S LANDSCAPE OF TAGANROG:
HISTORY OF FORMATION AND CURRENT STATE**

Kalutskov V. N.¹, Kozlova D. A.²

¹*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation*

²*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation*

E-mail: ¹v.kalutskov@yandex.ru, ²dakozlova@sfedu.ru

The literary landscape is formed under the influence of two main processes – artistic development and the process of museumification of the territory. On the one hand, the landscape is created by the creativity of the “genius of the place” (lat. — *genius loci*), who creates place-images with his literary activity. But no less important is the museification of the creativity and life of the genius, which contributes to the materialization and localization of the literary heritage and the preservation of place-images. That is why the literary landscape always has two “authors” — the literary genius, or *genius loci*, and talented landscape planners and museum workers. That is why only those literary landscapes have

survived to this day that are supported by the activities of literary museums and museum-reserves. The article considers approaches to the study of literary landscapes. The following types of literary landscapes are distinguished: manor, palace, literary quarters of large cities, literary landscapes of medium and small towns, rural, natural literary landscapes, landscapes of writers' towns. The case of Taganrog is given as an example of the formation of an urban literary landscape. The processes of memorialization and museumification of the Chekhov landscape are discussed, including the process of creation and design of memorial and associative literary places. The process of development of the territorial brand associated with the name of Chekhov is analyzed.

As researchers note, the interaction of geography with fiction expands the integrity of the subject of study, since the specificity of the literary-geographical approach lies in the co-creation of forms of mastering reality — scientific and artistic.

Regarding the general image of Taganrog at the time of Anton Pavlovich Chekhov's birth (1860–1904), it can be noted that by that time the city had become a leading port on the Azov Sea. This economic specialization largely determined its further development - merchants who "made a fortune" on the trade and export of Russian goods (caviar, grain, etc.) invested the funds received, including in the decoration of Taganrog - the construction of churches, mansions surrounded by gardens and parks; even tombstones in the city cemetery, some of which were sculptures made to order from Italian masters [3].

The authors' analysis of the city's literary landscape, which was largely formed under the influence of the *genius loci* — A.P. Chekhov — made it possible to identify certain characteristic regional literary images. And the study of the memorial development of the territory helped to track the development and current state of its cultural space.

In conclusion the authors present a map of the Chekhov landscape of Taganrog, created on the basis of the above study.

The Chekhov landscape of Taganrog is a territorially integral literary landscape, in which the central literary place is the writer's house and the Literary Museum of A.P. Chekhov, united in the Taganrog State Literary and Historical-Architectural Museum-Reserve. Important literary places in the city are its parts and streets with historical toponymy. Monuments, sculptures, and designed viewpoints are organically included in the landscape. An analysis of the literary and geographical development of the territory allows us to highlight the prospects for the development of historical, cultural and memorial tourism, the development and implementation of routes in the footsteps of great people. This can be considered relevant for the Chekhov landscape of Taganrog, which has preserved places that are both directly connected with the life of the writer and that inspired him to create, that is, in scientific terminology, it represents a complex literary landscape in terms of the relationship between memorial and associative bases.

Keywords: literary landscape, literary-geographical approach, literary place, Chekhov, Taganrog.

References

1. Lyubichankovskij A. V. Fenomen literaturnogo landshafta (Phenomen of literary landscape) // Uchyonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya, 2015, Tom 1 (67). no. 1. pp. 30–40 (in Russian).

2. Kalutskov V. N. Literaturnaya geografiya: Uchebnoe posobie (Literary geography: a tutorial). Moscow: MSU (Publ.), 2024. 118 p. (in Russian).
3. Strukov I. V. Taganrog – gorod detstva i yunosti Antona Pavlovicha Chekhova (Taganrog – the city of Anton Pavlovich Chekhov's childhood and youth). Taganrog: «ADV» (Publ.). 2018, 35 p. (in Russian).
4. Lyubichankovskij A.V., Pozdeev A.O. Literaturnyj turizm v Uralo-Kaspijskom transgranichnom regione (Literary tourism in the Ural-Caspian transboundary region) // Uchyonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya, 2021, Tom 7 (73). no. 2, pp. 146–156 (in Russian).
5. Kalutskov V.N., Matasov V.M. Literary landscape and issues of its development (a case study of Pushkinogorye) // Geographical bulletin. 2017. № 1(40), pp. 25–34 (in Russian).
6. Anciferov N.P. Dusha Peterburga (The Soul of Saint Peterburg). S.-Peterburg, 1922 (in Russian).
7. Literaturnaya geografiya Rossii (Literary geography of Russia). Nauch. red. YU. A. Vedenin, V. N. Kaluckov. Moscow: MSU (Publ.), 2022, 295 p. (in Russian).
8. Kaluckov V. N. Literaturnyj landshaft kak mashina voobrazheniya, in Kul'turnyj landshaft: Evolyucii i revolyucii voobrazheniya (Cultural Landscape: Evolutions and Revolutions of the Imagination). All-Russian interdisciplinary scientific conference with international participation. Moscow: IG RAN (Publ.), 2020, pp. 48–54 (in Russian).
9. Vedenin YU. A. Literaturnye landshafty kak ob"ekty naslediya (Literary landscapes as heritage objects). Geografiya v shkole, 2006, no. 8, pp. 15–21 (in Russian).
10. Vedenin YU. A. Geografiya naslediya. Territorial'nye podhody k izucheniyu i sohraneniyu naslediya (Geography of Heritage. Territorial Approaches to the Study and Preservation of Heritage). Moscow: Novyj Hronograf (Publ.), 2018, 472 p. (in Russian).
11. Ministerstvo kul'tury Rostovskoj oblasti. Chekhovskaya komissiya Soveta po istorii mirovoj kul'tury RAN. Taganrog i Chekhovy. Materialy k biografii A. P. Chekhova (Taganrog and the Chekhovs. Materials for the biography of A.P. Chekhov). Taganrog: Taganrogskij gosudarstvennyj literaturnyj i istoriko-arhitekturnyj muzej-zapovednik (Publ), 2003, 732 p. (in Russian).
12. Ranevskaya F. Dnevnik na klochkah (Diary on scraps). S.-Peterburg: Izdatel'stvo Fonda russkoj poezii pri uchastii al'manaha «Petropol'» (Publ.), 2002, 128 p. (in Russian).
13. Taganrogskij musejon 1898–2023. Al'bom. YUbilejnoe izdanie (Taganrog Museum 1898–2023. Album. Anniversary Edition). Pod red. L. A. Tokmakovoi. Taganrog: OOO «Ideya» (Publ.), 2023, 88 p. (in Russian).
14. Kaluckov V. N. YUzhanin v Sibiri: literaturno-geograficheskoe issledovanie puteshestviya A. P. Chekhova (na materiale ocherkov A. P. Chekhova «Iz Sibiri» i ego putevyh pisem) (The southern man in Siberia: a literary and geographical study of Anton Chekhov's journey (based on Chekhov's essays 'From Siberia' and his travel letters). Geographical bulletin, 2021, no. 3(58), pp. 74–91. (in Russian).

Поступила в редакцию 21.08.2025 г.

УДК 004.048:338.48

ТЕНДЕНЦИИ И ВЫЗОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ТУРИЗМЕ

Логвина Е. В.¹, Уткина А. В.²

^{1,2}Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация

E-mail: ¹ vivat.log.1474@mail.ru, ² nasty.utkina.2004@vail.ru

Статья посвящена использованию нейронных сетей в туризме. Рассмотрено, как в сферу туризма активно внедряются инновационные технологии, включая искусственный интеллект и нейронные сети, для улучшения качества услуг и оптимизации бизнес-процессов. Выявлены особенности развития нейронных сетей в туристской сфере. Нейронные сети активно тестируют последние десять лет в основном для сбора и анализа данных. Гибкость и скорость внедрения в других областях современных систем искусственного интеллекта позволяют предположить, что в ближайшем будущем нейронные сети станут неотъемлемой частью туристического бизнеса.

Ключевые слова: нейронные модели, туристский бизнес, нейросети, искусственный интеллект, туризм, вычислительные программы, бизнес-процесс.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время новый виток научно-технического прогресса прочно входит в нашу жизнь. В последние годы активное развитие получили нейронные модели и системы машинного обучения.

Машинное обучение — это отрасль искусственного интеллекта, которая использует различные вероятностные, статистические и оптимизационные методы, позволяющие компьютерам «обучаться» на прошлых примерах и обнаруживать трудно наблюдаемые закономерности в огромных, зашумленных или сложных наборах данных. Хорошим примером этого являются современные системы распознавания лиц и фото [1].

Нейронные сети — это математические модели, копирующие работу человеческого мозга, обученные по средствам машинного обучения, которые используются в различных сферах. Они построены по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются на основе данных. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными, делать выводы и учиться. Нейронные сети имеют множество практических применений в различных областях, таких как: генерация или распознавание образов, классификация, принятие решений и управление, кластеризация, прогнозирование и другие [2]. Под искусственным интеллектом понимаются нейронные сети, которые могут выполнять действия, сравнимые с человеческим интеллектом. На самом деле искусственный интеллект не ограничивается машинным обучением и нейронными сетями, спектр вариантов исполнения и областей специализации постоянно расширяется. Вычислительные программы, которые копируют или моделируют человеческий интеллект при обучении и решении проблем, могут полностью или

частично заменить в ближайшее время человека в целом ряде сфер жизни и экономической деятельности. Ярким примером могут служить беспилотные машины Яндекс Такси, уже сейчас активно применяемые в тестовом режиме в Москве и Санкт-Петербурге. Спектр использования нейронных сетей чрезвычайно широк, мы наблюдаем стремительный рост в этой сфере. Ежегодно стоимость компаний, предлагающих подобные программные решения растёт в несколько раз. По отчету компании Allied Analytics, в 2023 году рыночный объем нейросетей оценивается в 39 млрд. долларов, что почти в 7 раз больше, чем в 2016 году. Этот стремительный рост обусловлен рядом факторов:

1) расширение области применения: т.е. применение в различных сферах (от медицины, маркетинга, до финансов и многое другое);

2) технологический прорыв — прорывы в области глубокого обучения и аппаратного обеспечения способствуют увеличению производительности;

3) повышение осведомленности — оптимизация бизнес-процессов для повышения конкурентоспособности;

4) инвестиции в исследования и разработки — крупные компании и Star-тапы активно инвестируют в исследования и разработки в области нейронных сетей. Прогнозы показывают, что нейронные сети будут продолжать трансформировать различные отрасли, обеспечивая новые возможности и решения для всех сфер бизнеса.

Цель исследования состоит в изучении нейронных сетей и их применение в туризме, выявлении проблем и определении тенденций их развития.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использован метод контент-анализа при подборе научной литературы по данной теме. Методы системного, статистического и критического анализ использованы при выявлении специфики нейросети. Использованные материалы включают опубликованные статьи научных изданий, в которых рассматриваются проблемы исследования нейронных сетей как в экономике в целом, так и в отдельных ее подотраслях — туризме. Также рассматривают тематическую информацию, содержащуюся в Интернет-источниках и зарубежных источниках.

Методология исследования базируется на теоретическом и сравнительном анализе, что позволило выстроить теоретическое осмысление направлений развития и применения нейронных сетей, выявить предпочтения использования искусственного интеллекта во всех сферах жизни, провести анализ для перспективного развития и применения нейросетей в туризме. В обобщении результатов и формулировании выводов исследования применялись общенаучные методы индукции, дедукции.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Зарубежные ученые начали изучать развитие нейронных сетей и машинного обучения в середине XX века. В 1943 году Уоррен Мак-Каллок и Уолтер Питтс разработали первую модель нейронной сети, основанную на математических

ТЕНДЕНЦИИ И ВЫЗОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ТУРИЗМЕ

алгоритмах и теориях о деятельности головного мозга. 1950-е годы: Алан Тьюринг опубликовал работу о “машине Тьюринга”, которая стала основой для теории вычислений и искусственного интеллекта. Артур Самуэль создал одну из первых программ машинного обучения, которая играла в шашки и могла обучаться на своих ошибках. В 1980-е годы: были разработаны алгоритмы обучения нейронных сетей, которые теоретически позволяли решать широкий спектр задач. Но технические возможности еще не позволяли реализовать эти решения на практике. В новом тысячелетии: произошёл значительный прогресс благодаря кратному увеличению вычислительной мощности и доступности больших объемов данных. Это привело к успехам в таких областях, как распознавание речи, компьютерное зрение и автоматический перевод [3].

Сегодня нейронные сети и машинное обучение продолжают развиваться, семимильными шагами, предлагая все более сложные и эффективные решения для самых разнообразных задач. За последние несколько лет в данной сфере произошел ещё один существенный прорыв. Прежде всего это связано с деятельностью компании Open AI и их чат-ботом на основе машинного обучения Chat GPT [4].

Рассмотрим типизацию нейронных сетей по спектру решаемых ими задач [5].

1. Распознавание изображений: используются сверхточные нейронные сети (CNN) для анализа визуальной информации. Применение: поисковые и рекомендательные системы, правоохранительная деятельность, системы безопасности.

2. Обработка естественного языка (NLP): Рекуррентные нейронные сети (RNN) и трансформеры применяются для перевода текста, генерации текста и понимания языка. Применение: распознавание и оцифровка печатных текстов, создание текстов по запросу, анализ и работа с текстовой информацией.

3. Распознавание речи: Глубокие нейронные сети (DNN) используются для преобразования речи в текст и наоборот. Применение: синхронный перевод, голосовые ассистенты.

4. Прогнозирование временных рядов: RNN и LSTM (Long Short-Term Memory) сети применяются для анализа и прогнозирования данных, которые изменяются со временем. Применение: предсказание погоды, предсказание и предотвращение катаклизмов, предсказание изменений потребительского спроса, предсказание изменений курсов валют и рыночных активов.

5. Рекомендательные системы: используются многослойные перцептроны (MLP) для предсказания предпочтений пользователя на основе предыдущих взаимодействий. Применение: поисковые запросы, персонализированная, предложение контента.

6. Медицинская диагностика: CNN применяются для анализа медицинских изображений и помощи в диагностике заболеваний. Применение: профилактика заболеваний, поиск наиболее эффективного лечения, моделирование протекания болезни.

7. Игры и симуляции: Сети глубокого обучения с подкреплением (DRL) используются для обучения агентов в виртуальных средах. Применение: обучение роботов и автоматизация, системы помощи при вождении, моделирование движений

в видеоиграх и кино

Эти типы нейронных сетей демонстрируют широкий спектр вариантов применения искусственного интеллекта в различных областях современной экономики и науки. Области применения нейронных сетей в туристической сфере не заканчиваются на аналитике данных и текстовых моделях для рекомендаций, ареал их применения может быть шире, а именно:

Персонализированные рекомендации и рекомендательные системы - эти системы предлагают отели, рестораны, достопримечательности и активности, подходящие для каждого отдельного путешественника.

При исследовании предпочтений пользователей, нейронные сети улучшают опыт путешествий, предлагая соответствующие варианты:

- системы обработки больших данных;
- системы обработки естественного языка;
- системы обработки изображений и видео;
- системы экономической аналитики.

Экономическое прогнозирование с использованием нейронных сетей обеспечит более точные и надежные прогнозы, что поможет бизнесу и правительствам принимать обоснованные решения. Прогнозирование уровня спроса и заполняемости отелей позволит компаниям эффективно управлять ресурсами и оптимизировать операционные процессы. Расчет инвестиций и оптимизация расходов с помощью нейронных сетей помогут организациям достигать более высоких финансовых результатов и устойчивости в условиях неопределенности.

Рассмотрим схему структуры областей применения разных нейронных сетей в различных задачах, а также выгоды, получаемые от этого использования (рис. 1).

На рисунке видим широкий спектр возможностей использования нейронных сетей в различных отраслях, от безопасности и персонализации до создания контента и экономического прогнозирования.

Многие компании применяют данные модели в туристских продуктах, основанных на использовании нейронных сетей:

- Airbnb Plus: с помощью нейронных сетей алгоритмы Airbnb анализируют предпочтения пользователей, исходя из их истории поездок и отзывов, чтобы предложить персонализированные варианты жилья в рамках программы Airbnb Plus.

- Booking Experiences: Booking.com использует нейронные сети для анализа предпочтений и поведения клиентов, чтобы предлагать персонализированные варианты развлечений и экскурсий для туристов в различных городах.

- Expedia Virtual Agent: Expedia разработала виртуального агента, использующего нейронные сети для автоматического обслуживания клиентов, отвечая на вопросы, предлагая варианты отелей и билетов, и помогая с планированием поездки.

- TripAdvisor Recommendations: TripAdvisor применяет нейронные сети для анализа отзывов и оценок пользователей, чтобы рекомендовать лучшие рестораны, отели и достопримечательности в различных городах мира.

ТЕНДЕНЦИИ И ВЫЗОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ТУРИЗМЕ

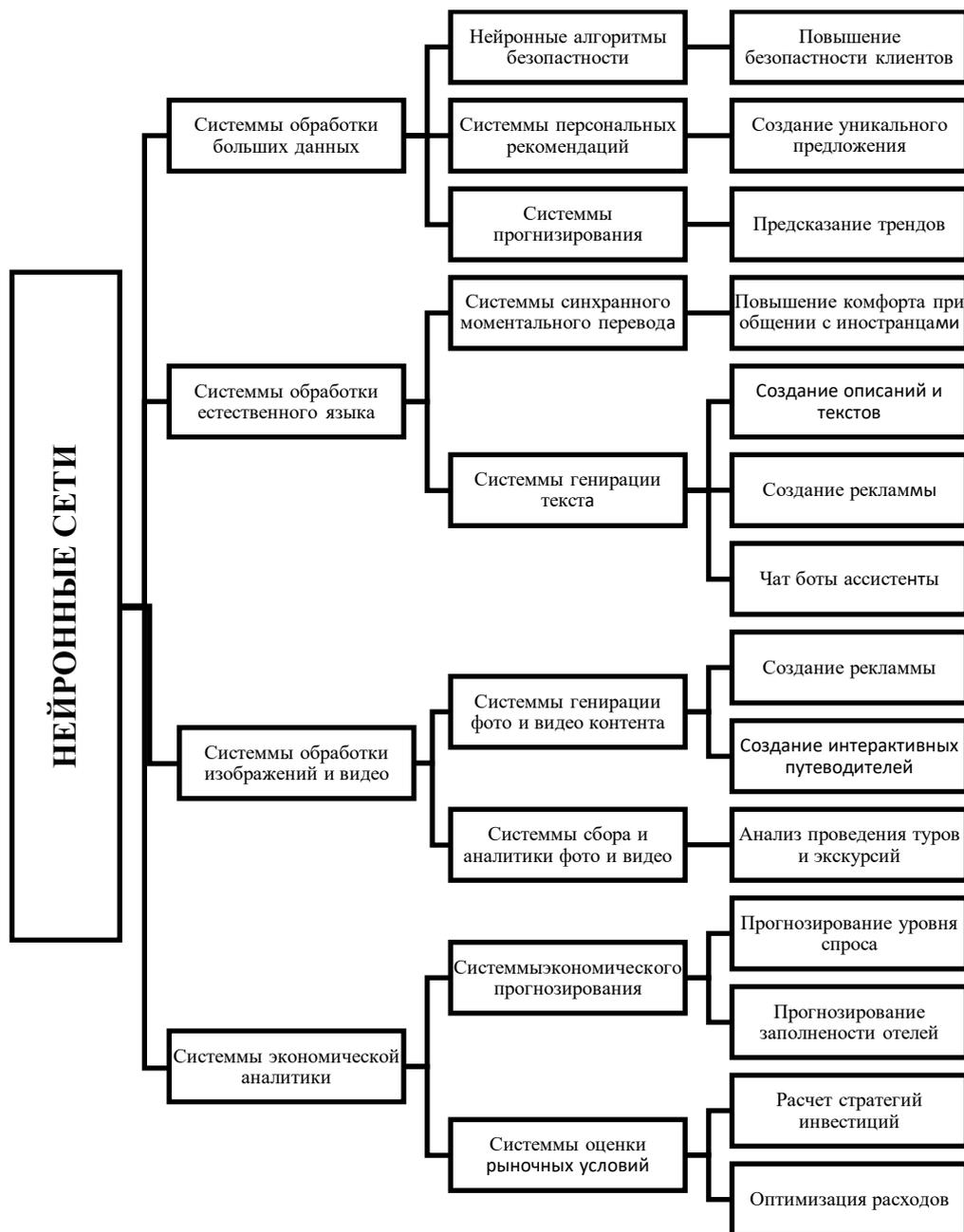


Рис. 1. Области применения нейронных сетей в туризме (составлено авторами)

- KAYAK Explore: KAYAK использует нейронные сети для анализа данных о ценах на билеты и отели, а также о климатических условиях, чтобы предложить пользователю наилучшие варианты туров и путешествий.

- Hopper Predictions: Hopper использует нейронные сети для прогнозирования цен на авиабилеты, анализируя исторические данные и тенденции, чтобы предложить оптимальное время для покупки билетов.

- Destination Content Personalization: Smartvel использует нейронные сети для персонализации контента о туристических направлениях. Используя данные о предпочтениях пользователя и его поведении на платформе, Smartvel предлагает индивидуализированные рекомендации о местах для посещения, событиях и активностях.

- Travel Journal Insights: FindPenguins использует нейронные сети для анализа текстовых описаний и фотографий, загружаемых пользователями в их путеводительное приложение. Алгоритмы анализируют контент и автоматически создают сводки и рекомендации для других путешественников, основываясь на опыте и впечатлениях пользователей.

- Personalized Trip Planning: Travelstride использует нейронные сети для создания персонализированных маршрутов и планов путешествий. Путем анализа предпочтений и бюджета пользователя, алгоритмы помогают составить оптимальный маршрут, выбрать активности и бронировать услуги для туристической поездки.

Эти примеры демонстрируют разнообразие и оригинальность применения нейронных сетей в туризме, от персонализированных гидов и планировщиков поездок до оценки экологического воздействия, и использования дополненной реальности для обогащения туристического опыта. Таким образом можно сказать, что крупные игроки рынка уже активно применяют генеративные модели для оптимизации своих продуктов и улучшения туристических услуг (рис. 2).

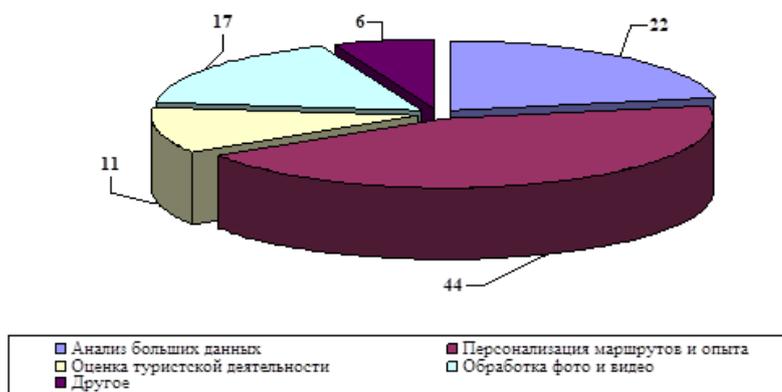


Рис. 2. Области применения нейронных сетей на примере лидеров рынка (составлено авторами).

Из рисунка видим, что нейросетевые подходы преимущественно применяются компаниями для обработки обширных массивов данных и оптимизации маршрутов. В настоящее время использование искусственного интеллекта в других сферах еще

ТЕНДЕНЦИИ И ВЫЗОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ТУРИЗМЕ

не полностью раскрыто, однако уже можно обнаружить множество примеров его успешного применения.

Использование нейронных сетей в туризме открывает новые возможности для совершенствования туристского опыта и улучшения качества предоставляемых услуг и оптимизацию бизнес-процессов. Но с преимуществами, существуют и значительные вызовы, которые необходимо учитывать при внедрении этой технологии.

Сама идея возможности возложить часть умственной и творческой работы на искусственных помощников, а также возможность их воплощения, как следствие научно-технического прогресса привлекала всё больше заинтересованных людей и стала основным трендом во всех сферах на ближайшие годы.



Рис. 3. Модель эволюции общественного сознания от объема используемой информации [6].

Из рисунка видно, что применение нейронных сетей является естественным шагом в эволюции общества и технологий. Этот процесс сопровождается значительными изменениями в различных сферах жизни, требующими как инновационного подхода, так и ответственного управления; т.е. кто сможет адаптироваться к этим изменениям и эффективно использовать возможности ИИ, окажутся в тренде, способствуя развитию и процветанию в условиях новой технологической эпохи.

Ещё одной из главных тенденций в использовании нейронных сетей в туризме является их способность к анализу больших объемов данных. Нейронные сети могут эффективно обрабатывать информацию о предпочтениях туристов, их истории поездок, запросах и отзывах, что позволяет создавать персонализированные предложения и адаптировать услуги под индивидуальные потребности каждого клиента. Это открывает новые возможности для разработки более качественных и

конкурентоспособных туристических продуктов.

В 2016 году японские разработчики представили мобильный туристический путеводитель «Электронный туризм», который объединяет два подхода: алгоритм проблемно-сбалансированного ориентирования планирования поездок и рекомендательную систему. Платформа «PathRec» по своему назначению является рекомендательной системой и интерактивным анализатором туристических маршрутов, работающим на методах машинного обучения. Wen, Yeо и Hwang предложили платформу репрезентативного маршрута путешествия, учитывающую ключевые слова и основанную на информации из прошлых путешествий и социальных взаимодействий для генерации новых маршрутов.

Платформа «piG» разработана для рекомендаций маршрутов на основе реального времени и местоположения в социальных сетях. Приложение «PersTour» популярно благодаря своему функционалу, который позволяет рекомендовать индивидуальные туры на основе географически отмеченных фотографий. «Travel Genome» представляет собой карманного турагента, включающего отзывы, фотографии, видео с различных локаций, а также предложения по авиаперелетам и гостиницам. Приложение формирует индивидуальные предложения на основе запросов пользователя.

Российские разработчики создали платформу для рекомендаций туристических маршрутов с использованием методов ранжирования и машинного зрения, распознающего локации и классифицирующего их по частоте размещения фотографий в блогах и социальных сетях. Важным направлением использования искусственного интеллекта в туризме являются голосовые и текстовые системы общения, такие как чат-боты, которые применяются для повышения уровня обслуживания и получения обратной связи о предоставляемых услугах.

Например, чат-бот Mindsay автоматизирует до 80% запросов пользователей, поддерживает 110 языков и интегрирован с 30 бизнес-платформами для удобства бронирования и автоматизации заказов.

Для отелей разработан голосовой помощник «Alexa for Hospitality», устанавливаемый в номерах с устройством Amazon Echo. Его функции включают заказ еды, уборку номеров, управление освещением и бронирование такси. Эти решения относятся к области «Ambient intelligence», которая создает адаптивную электронную среду, реагирующую на действия людей. Голосовой помощник KLM, разработанный в Нидерландах совместно с Google, помогает при подготовке к путешествию.

Искусственный интеллект также внедряется в предприятия туристической индустрии. Платформа «Fliggy Travel Service» от Alibaba Group используется в отелях Marriott International и Collinson для продажи и покупки турпродуктов, а также формирования уникальных предложений на основе нейронных сетей. Платформа «DASH» для отелей, относится к облачным мобильным технологиям и улучшает работу с клиентами, повышая их удовлетворенность и безопасность данных.

В России за последние десять лет появилось несколько нейронных платформ-ассистентов для туризма. Например, мобильное приложение «StavTravel» включает онлайн-карту с достопримечательностями и маршрутами Ставропольского края.

Приложение «Алтай Today» предоставляет информацию о достопримечательностях и популярных маршрутах Алтая, с возможностью бронирования жилья и аренды транспорта, и работает без интернета. Платформа Metis помогает туроператорам и турагентам анализировать отзывы клиентов, а платформа «Citibeats» использует данные социальных сетей для улучшения качества услуг отельеров и рестораторов [4].

Разработка различных виртуальных ассистентов для путешествий может стать одним из основных трендов в туристской сфере в будущем. Еще одной важной тенденцией является использование нейронных сетей для оптимизации процесса принятия решений. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать различные параметры, такие как погодные условия, цены, спрос и предложение, чтобы предложить оптимальные варианты маршрутов, бронирования и транспортировки. Это помогает компаниям в туристической индустрии принимать более обоснованные и выгодные решения, улучшая эффективность бизнеса и удовлетворяя потребности клиентов [7].

Однако, на пути применения нейронных сетей в туризме существует несколько вызовов, которые необходимо преодолеть. Один из таких вызовов — это сложность обучения моделей, и адаптация их к специфическим потребностям туристической индустрии. Нейронные сети требуют большого объема данных для обучения, что может быть затруднительно в сфере туризма из-за ограниченной доступности информации и ее фрагментированной структуры.

Следующим вызовом является необходимость обеспечения защиты данных и конфиденциальности клиентов. Поскольку нейронные сети обрабатывают большие объемы информации, включая личные данные, существует риск утечки информации или нарушения конфиденциальности, что может повлиять на доверие потребителей и имидж компаний [8].

Кроме того, важно учитывать этические аспекты использования нейронных сетей в туризме. Например, вопросы, связанные с прозрачностью принимаемых решений, а также возможностью контроля за действиями алгоритмов, требуют серьезного внимания и обсуждения со стороны специалистов и законодателей. Однако, для успешной реализации этого потенциала необходимо учитывать вызовы, связанные с обучением моделей, защитой данных и этическими аспектами использования технологии. Внедрение нейронных сетей в туристическую сферу представляет огромный потенциал для автоматизации рутинных процессов, оптимизации операций и улучшения качества обслуживания. В контексте туризма, где множество процессов связано с однотипными повторяющимися операциями, нейронные сети могут стать мощным инструментом автоматизации и оптимизации работы. Рассмотрим, как нейронные сети могут упростить рутинную работу в туристической сфере.

1. Автоматизация бронирования - одним из ключевых аспектов туристической индустрии является процесс бронирования различных услуг — создание систем, способных анализировать запросы клиентов, выбирать наилучшие варианты из имеющегося ассортимента, формировать пакетные предложения и проводить бронирование без участия человека, что позволит сократить время обработки заказов,

снизить вероятность ошибок и повысить эффективность работы туристических агентств и онлайн-платформ.

2. Автоматизация сбора платежей — вторая задача в туристской сфере организация и проведение платежей по счетам и броням, возвратов и отслеживания средств при переводах. Все эти процессы затрачивают существенное время и требуют привлечения специалиста. Нейронные сети могут существенно упростить механизм работы с платежами и работу с CRM системами.

3. Управление инвентарем — управление инвентарем отелей, ресторанов, агентств и других туристических предприятий. Нейронные сети могут быть применены для разработки систем управления инвентарем, способных автоматически анализировать данные о загруженности, прогнозировать спрос и адаптировать цены и условия с учетом текущей ситуации на рынке. Это позволит улучшить заполняемость объектов размещения, оптимизировать доходы и повысить конкурентоспособность предприятий.

3. Обработка запросов клиентов — системы обработки запросов клиентов также могут быть существенно улучшены благодаря использованию нейронных сетей. Нейронные сети могут быть обучены на основе обширной базы данных FAQ (часто задаваемых вопросов) и истории обращений клиентов, чтобы предоставлять автоматизированные ответы на типичные запросы и эффективно маршрутизировать более сложные запросы к соответствующим специалистам. Это поможет сократить время ожидания ответа, улучшить качество обслуживания и повысить удовлетворенность клиентов.

4. Предоставление информации о туристических услугах — предоставление информации о различных туристских услугах, таких как экскурсии, мероприятия, рестораны и т. д. Нейронные сети могут быть задействованы для создания систем информирования, способных анализировать предпочтения и историю поездок клиентов, а также текущие тенденции и рекомендации путеводителей, чтобы предоставлять персонализированные и релевантные сведения о туристических услугах.

5. Анализ и оптимизация маркетинговых кампаний - маркетинг является неотъемлемой частью туристского бизнеса, и эффективность маркетинговых кампаний напрямую влияет на успех предприятия. Нейронные сети могут быть использованы для анализа данных о поведении и предпочтениях клиентов, а также эффективности различных маркетинговых каналов, чтобы оптимизировать рекламные кампании и максимизировать конверсию. Путем прогнозирования спроса, определения оптимального времени и места размещения рекламы.

6. Персонализированные путеводители — нейронные сети могут использоваться для создания персонализированных путеводителей, которые учитывают индивидуальные интересы, предпочтения и характеристики путешественников.

7. Оптимизация маршрутов и экскурсий — нейронные сети могут помочь оптимизировать маршруты и планы экскурсий, учитывая множество факторов, таких как расстояние, время, наличие достопримечательностей и предпочтения клиентов.

8. Предсказание популярных туристических направлений — нейронные сети могут быть использованы для анализа данных о популярных туристских

направлениях. Это позволит туристским компаниям адаптировать свои предложения и стратегии маркетинга в соответствии с изменяющимися предпочтениями клиентов.

9. Анализ фотографий и видео - нейронные сети могут быть задействованы для анализа фотографий и видео, загружаемых клиентами во время путешествий. Алгоритмы компьютерного зрения могут распознавать достопримечательности, пейзажи и интересные места на фотографиях и видео, а также определять эмоциональные реакции и настроения клиентов.

Несмотря на рост искусственного интеллекта, существует и проблема в применении - нейронные сети склонны допускать критические ошибки, влияющие на конечный результат. Это прежде всего связано с так называемым эффектом «черного ящика» [9]. Процесс работы нейросети представляет собой движение потока внешних сенсорных данных (от некоторого «входа» к «выходу») и преобразование этих данных. В общем случае поток данных (сигналов) может формировать и перекрёстные, и обратные связи. Суть эффекта «черного ящика» состоит в том, что, обладая обученной нейронной сетью мы можем дать ей задачу или поставить вопрос и получить решение или ответ. Сам процесс принятия нейронной моделью того или иного решения, выбор того или иного ответа скрыт от наблюдателя и может изменяться от конкретного случая к конкретному случаю. Из-за чрезвычайной сложности нейронных моделей невозможно выяснить истинные причины принятия конкретным ИИ тех или иных решений. Из этого вытекает проблема использования. Невозможность предсказания результатов и необходимость постоянного контроля со стороны человека специалиста, что как следствие ведёт к совершенно новой проблеме — подготовке профессиональных квалифицированных кадров способных контролировать работу нейронных моделей [10]. В туристской сфере, где имидж компании является одним из ключевых факторов внедрение ИИ следует проводить с большой осторожностью. Прорабатывая возможности не только повышения производительности по средствам использования нейросетей, но и механизмы контроля качества за продуктами и решениями принимаемыми этими моделями. С другой стороны, преодоление этих проблем может быть основным шагом к мощному экономическому скачку в сфере. Искусственный интеллект действительно может избавить работников от самых рутинных и скучных задач. Бизнесу оптимизировать затраты на персонал и производство туристического продукта, а при создании достаточно точных специальных моделей свести затраты к ценам на электричество. Появление подобных моделей способных автономно принимать решения и творчески подходить к решению, в разы сократит количество людей, задействованных при создании и реализации туристического продукта. Это так же позволит существенно снизить затраты на его производство и повысить маржинальность туристических услуг, или снизить их конечную стоимость для создания более конкурентного рыночного предложения [11]. Проведя SWOT-анализ (табл. 1) нами выявлены основные проблемы и перспективы, связанные с использованием моделей генеративного искусственного интеллекта. Он дает возможность провести оценку, сильных и слабых сторон, рыночных возможностей и факторов риска.

Таблица 1.

SWOT анализ внедрения нейронных сетей в разработку тур продуктов

SWOT-анализ внедрения нейронных сетей в разработку туристских продуктов

Сильные стороны	Слабые стороны
<p>Персонализация предложений</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ данных в реальном времени - улучшение качества обслуживания 	<p>Высокая стоимость внедрения</p> <ul style="list-style-type: none"> - необходимость в высококвалифицированных кадрах - зависимость от качества данных и сложности с интерпретацией результатов
Возможности	Угрозы
<p>Расширение рынка и повышение конкурентоспособности</p> <ul style="list-style-type: none"> - новые источники данных и их использование и повышение лояльности клиентов - инновационные продукты и услуги 	<p>Конкуренция</p> <ul style="list-style-type: none"> - проблемы с безопасностью данных - регулирование и правовые вопросы - сопротивления изменений - критические ошибки ИИ

Составлено авторами.

При правильном подходе и интеграции существующих технологий, применение искусственного интеллекта в разработке туристического продукта может значительно повысить его конкурентоспособность и улучшить качество услуг для клиентов.

Использование искусственного интеллекта в различных сферах, включая туризм, может принести значительные выгоды. И на данный момент разработка туристских продуктов с активным применением нейронных сетей лишь вопрос времени. Разумеется, на данном этапе развития искусственный интеллект лишь расширяет возможности использующего его человека, оптимизирует и упрощает его работу, но разработка новых более продвинутых моделей ведётся крайне активно и уже в ближайшем будущем туристический бизнес может получить полностью автономный искусственный интеллект для создания туристических продуктов. На данный момент передовым и гибким искусственным интеллектом, который мог бы упростить работу над созданием туристских продуктов является флагманский продукт компании Open AI – Chat GPT 4. Open AI по сей день выступают лидерами рынка нейронных моделей. На базе исходного кода Chat GPT 4 и Chat GPT 3.5 разрабатывается и большинство сторонних моделей, в частности, например, Microsoft Bing или ЯндексGPT. Тем. Как следствие Open AI выступают не только пионерами коммерческой разработки искусственного интеллекта, но и являются удобной площадкой для развития других коммерческих продуктов которую используют компании по всему миру [5].

ВЫВОДЫ

В результате нашего исследования можно сделать выводы, что в туристской сфере нейронные сети активно тестируют последние десять лет в основном для сбора и анализа данных. Гибкость и скорость внедрения в других областях современных систем искусственного интеллекта позволяют предположить, что в ближайшем будущем нейронные сети станут неотъемлемой частью туристического бизнеса.

ТЕНДЕНЦИИ И ВЫЗОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ТУРИЗМЕ

Свидетельством этому может служить серьёзные обсуждения данного вопроса на самых высоких уровнях российского бизнеса. Использование нейронных сетей в туризме представляет собой перспективную тенденцию, которая может значительно улучшить качество услуг и эффективность бизнеса. Использование нейронных сетей в туризме представляет собой важную тенденцию, открывающую новые возможности для совершенствования туристского опыта и улучшения качества предоставляемых услуг. Однако, вместе с потенциальными преимуществами, существуют и значительные вызовы, которые необходимо учитывать при внедрении этой технологии.

Возможности нейронных сетей росли пропорционально уровню интереса и освещенности данной темы в обществе. Активное использование нейронных сетей в туристической сфере представляет собой перспективное направление, обладающее значительным потенциалом для оптимизации процессов и обслуживания. Использование искусственного интеллекта в туризме позволяет автоматизировать рутинные операции, оптимизировать управление ресурсами и улучшить взаимодействие с клиентами. Это позволит сократить временные затраты, повысить эффективность бизнес-процессов, а также улучшить общий туристический опыт. Но, несмотря на все преимущества, внедрение нейронных сетей также влечет за собой ряд вызовов, включая необходимость в качественных данных, обеспечение безопасности информации и обучение персонала. Решение этих проблем позволит максимально реализовать потенциал искусственного интеллекта в туризме и сделать эту отрасль более конкурентоспособной и удобной для потребителей.

Список литературы

1. Бенджио И. Практические рекомендации для на основе градиента тренировки глубоких архитектур // arXiv:1206.5533. 2012
2. Байдин А.Г., Перлмуттер Б.А., Рвзрослый А.А., Сискинд Дж.М. Автоматическая дифференциация в машинном обучении: обзор // arXiv:1502.05767. 2015
3. ЗнанияРоссия.Ру: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://znaniyerussia.ru/articles> (дата обращения 15.10.2025).
4. Кумова Дарья Михайловна Использование платформ на базе искусственного интеллекта в сфере туризма // Сервис в России и за рубежом. 2021. №3 (95) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-platform-na-baze-iskusstvennogo-intellekta-v-sfere-turizma> (дата обращения: 22.11.2025). (дата обращения 17.10.2025).
5. ОпенАиДотКом: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://open.ai.com> (дата обращения 17.10.2025).
6. Городнова Н.В. Метод оценки качества информационных потоков при формировании big data в цифровой экономике // Вопросы инновационной экономики. 2022. Том 12. № 1. С. 607–624.
7. Hinton G.E., Salakhutdinov R.R. Reducing the dimensionality of data with neural networks // Science. 2006. Vol. 313. No. 5786. P. 504–507
8. Казак А.Н., Четырбок П.В., Олейников Н.Н. Искусственный интеллект в сфере туризма // Серия конференций ИОР: Науки о Земле и окружающей среде. 2020. Т. 421
9. Krizhevsky A., Sutskever, I., Hinton, G. E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks // Advances in Neural Information Processing Systems. 2012. P. 1097–1105.
10. Zhang Y., Wallace B.A. Bidirectional LSTM-CRF models for sequence tagging // arXiv:1603.01354. 2016
11. Wang, N. Application of DASH client optimization and artificial intelligence in the management and operation of big data tourism hotels / N. Wang // Alexandria Engineering Journal. 2021. Vol. 61. No. 1. pp. 81–90.

TRENDS AND CHALLENGES OF USING NEURAL NETWORKS IN TOURISM

Logvina E. V.¹, Utkina A. V.²

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: ¹vivat.log.1474@mail.ru, ²nasty.utkina.2004@vail.ru*

In the modern world, the tourism industry is actively implementing innovative technologies, including artificial intelligence and neural networks, to improve the quality of services and optimize business processes. In recent years, neural models and machine learning systems have been actively developed. Machine learning is a branch of artificial intelligence that uses various probabilistic, statistical, and optimization techniques that allow computers to "learn" from past examples and detect difficult-to-observe patterns in huge, noisy, or complex datasets. Research continues in the field of artificial intelligence, expanding its capabilities beyond data analytics and route planning. For example, in the development and optimization of travel products. In the automotive industry, they are helping to develop safer and more autonomous vehicles. Thus, although the use of artificial intelligence may be limited in some areas, its potential is being actively explored in new areas. The prospects for developing a tourism product using artificial intelligence represent a fundamental area of research in which modern technologies seek to change traditional methods of creating and providing tourism services. The development of artificial intelligence in the context of tourism provides unique opportunities to optimize the entire cycle of tourism product development, from analyzing customer needs and preferences to route planning, transportation, accommodation, and entertainment. First of all, the use of artificial intelligence allows for a deeper analysis of data on the preferences and behavior of tourists. Machine learning algorithms are capable of processing large amounts of information, including data on previous trips, customer requests and reviews, as well as information on trends in the tourism industry. This allows you to more accurately identify the needs of the audience and create personalized offers that take into account the individual preferences of each client. Artificial intelligence algorithms can help optimize the route planning process and choose the best travel options. Neural networks can analyze various parameters such as travel time, budget, climatic conditions, attractions, and transportation infrastructure to suggest the best route options based on all parameters. This allows you to create more interesting and convenient tours that meet the expectations of customers. The use of neural networks in tourism is a promising trend that can improve the quality of services and business efficiency. Taking into account the active development of artificial intelligence technologies, as well as the growing interest in their use in the tourism sector, there is great potential for the introduction of neural networks into many processes related to the development of the tour products themselves, and to improve the efficiency of existing ones. **Keywords:** neural models, tourism business, neural networks, artificial intelligence, tourism, computing programs, business process.

References

1. Bendzhio I. Prakticheskie rekomendacii dlya na osnove gradienta trenirovki glubokih arhitektur // arXiv:1206.5533. 2012.
2. Bajdin A.G., Perlmutter B.A., Rvzroslyj A.A., Siskind Dzh.M. Avtomaticheskaya differenciaciya v mashinnom obuchenii: obzor // arXiv:1502.05767. 2015 (in Russian)
3. ZnaniyaRossiya.Ru: oficial'nyj sayt [Elektronnyj resurs]. URL: <https://znanierussia.ru/articles> (data obrashcheniya 15.10.2025).
4. Kumova Dar'ya Mihajlovna Ispol'zovanie platform na baze iskusstvennogo intellekta v sfere turizma // Servis v Rossii i za rubezhom. 2021. №3 (95) [Elektronnyj resurs]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-platform-na-baze-iskusstvennogo-intellekta-v-sfere-turizma> (data obrashcheniya: 22.11.2025). (data obrashcheniya 17.10.2025). (in Russian)
5. OpenAiDotKom [Elektronnyj resurs]. URL: <https://open.ai.com> (data obrashcheniya 17.10.2025).
6. Gorodnova N.V. Metod ocenki kachestva informacionnyh potokov pri formirovanii big data v cifrovoj ekonomike // Voprosy innovacionnoj ekonomiki. 2022. Tom 12. №1. pp. 607–624. (in Russian)
7. Hinton G.E., Salakhutdinov R.R. Reducing the dimensionality of data with neural networks // Science. 2006. Vol. 313. No. 5786. P. 504–507
8. Kazak A.N., CHetyrbok P.V., Olejnikov N.N. Iskusstvennyj intellekt v sfere turizma // Seriya konferencij IOP: Nauki o Zemle i okruzhayushchej sfere. 2020. T. 421. (in Russian)
9. Krizhevsky A., Sutskever, I., Hinton, G. E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks // Advances in Neural Information Processing Systems. 2012. P. 1097–1105.
10. Zhang Y., Wallace B.A. Bidirectional LSTM-CRF models for sequence tagging // arXiv:1603.01354. 2016
11. Wang, N. Application of DASH client optimization and artificial intelligence in the management and operation of big data tourism hotels / N. Wang // Alexandria Engineering Journal. 2021. Vol. 61. No.1. pp. 81–90. (in Russian).

Поступила в редакцию 27.10.2025 г.

РАЗДЕЛ 2.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

УДК 911.52

РОЛЬ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТОВ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО КРЫМА

Вахрушев Б. А.¹, Кутикова Е. В.²

*^{1,2}Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация
E-mail: ¹vakhb@inbox.ru, ²pizova13@mail.ru*

В статье представлены результаты исследования роли геоморфологических и топографических факторов в распределении пространственной структуры растительного покрова в пределах локального участка предгорного ландшафтного уровня Горного Крыма. В качестве интегрального индикатора состояния растительности использован вегетационный индекс EVI (Enhanced Vegetation Index), рассчитанный на основе спутниковых снимков Landsat 8. Анализ выполнен по 43 полигональным участкам (балки, водоразделы, пойма, склоны северной, восточной, южной, западной экспозиций), для которых были получены средние значения EVI и основные морфометрические характеристики рельефа: экспозиция и крутизна склонов, топографический индекс влажности (TWI), абсолютная высота. Статистические вычисления включали корреляционный анализ Спирмена, однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с пост-хок тестом Тьюки и множественную линейную регрессию. Установлено, что среди рассмотренных факторов наибольшее влияние на распределение растительной активности оказывает экспозиция склона, в частности, для рассматриваемого локального участка — северо-восточные. Полученные результаты могут быть использованы при ландшафтно-экологическом обосновании природопользования и территориальном планировании.

Ключевые слова: вегетационный индекс EVI, геоморфологические факторы, экспозиция склона, ландшафт, Крымское предгорье, дистанционное зондирование.

ВВЕДЕНИЕ

В отечественном ландшафтоведении особое внимание всегда уделялось геоморфологической основе. В работах Исаченко А. Г. и Сочавы А. М. [1, 2] подчёркивалось, что рельеф формирует пространственный каркас геосистемы и задаёт условия для перераспределения энергии, влаги и вещества, определяя тем самым расположение и свойства природных комплексов локального уровня. Исследованием влияния геоморфологических факторов на организацию ландшафтов так же занимались Гвоздецкий Н. А., Преображенский В. С. [3, 4]. Пространственная структура растительного покрова формируется под совокупным влиянием климатических, геолого-геоморфологических, гидрологических, биотических и антропогенных факторов. В качестве интегрального индикатора этого взаимодействия нами был использован вегетационный индекс EVI (Enhanced Vegetation Index), разработанный исследователями из команды NASA - Альфредо

РОЛЬ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТОВ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО КРЫМА

Хуэте и его коллегами [5]. Вегетационный индекс EVI лучше учитывает влияние атмосферы и фоновой поверхности (например, почвы), что делает его более точным в регионах с густой растительностью.

Принимаем условие, что вегетационный индекс — это **классический и мощный результирующий показатель организации ландшафта**, он выступает в роли **интегрального отклика** всей ландшафтной системы на совокупное действие формирующих ее геоэкологических факторов. Это результирующий показатель состояния сложно организованной геосистемы.

Расчёт вегетационных индексов, включая EVI, основан на разнице в отражении растениями света в красной и ближней инфракрасной зонах спектра, хорошо рассматриваемом на космических снимках, выполненных со спутника Landsat 8 в диапазонах 0,63-0,68 мкм (красный, Band 4) и 0,845-0,885 мкм (ближний инфракрасный, Band 5). Красный свет активно поглощается хлорофиллом, а клеточные структуры листа — отражают инфракрасное излучение. Поэтому, когда на лист падает солнечный свет (который содержит все длины волн, включая красный), хлорофилл "забирает" почти весь красный свет. В результате **здоровый, плотный растительный покров очень слабо отражает красный свет**. Чем больше хлорофилла в листьях, тем меньше красного света они отражают. **В ближней инфракрасной зоне спектра** внутренняя структура листьев (мезофилл) наоборот, очень хорошо **отражает** ближний инфракрасный свет. Растение почти не использует эту энергию, поэтому она отражается. Чем выше фотосинтетическая активность растений, тем ниже отражение в красной зоне и выше в инфракрасной — эти дешифрировочные признаки хорошо читаются на космоснимках. Различия коэффициентов спектральной яркости растений и их частей обуславливаются составом и состоянием пигментов растительных и покровных тканей, морфологией растения в целом, возрастом, экологическими условиями [6, 7].

Топографические и геоморфологические параметры, такие как высота, крутизна и экспозиция склона, формы и элементы рельефа, опосредованно через перераспределение тепла и влаги, определяют характер почвенного и растительного покрова [8, 9]. Карта распределения вегетационного индекса EVI — это, по сути, карта дифференциации ландшафта. Она наглядно показывает границы между природными комплексами (урочищами, фациями), которые возникли из-за различий в фундаментальных факторах (рельеф, литология, увлажнение и др.) организации ландшафта, отражает продуктивность и густоту растительности. Таким образом, вегетационный индекс как результирующий показатель организации ландшафта показывает какие процессы и факторы привели к наблюдаемым свойствам ландшафта.

Цель статьи — оценить вклад геоморфологических факторов, определяющих геоэкологические условия территории, в формировании пространственной неоднородности ландшафтов предгорья Главной гряды Крыма с использованием вегетационного индекса EVI.

Объект исследования — рельеф и ландшафты локального участка, расположенных в пределах северо-западного Горного Крыма.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для каждого полигона (поверхность выделенных элементов и форм рельефа в своих границах) объекта исследования рассчитаны средние значения EVI, на основе спутниковых снимков Landsat 8, полученных из общедоступного некоммерческого архива в сети Internet на сайте <http://glovis.usgs.gov> (Earth Resources Observation and Science Center (EROS), U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey) [10]. Для проведения статистического анализа использованы данные по 43 полигональным участкам, расположенных в пределах изучаемой территории. На основе цифровой модели рельефа [10] построены карты экспозиции, крутизны склона, топографического индекса влажности TWI (количественный показатель, применяемый для оценки потенциального накопления влаги в почве на основе рельефа местности) [11], абсолютных высот, элементов и форм рельефа в ГИС-платформе Qgis Desktop 3.40.12. Расчеты проводились с использованием модуля Processing Toolbox → SAGA GIS → Terrain Analysis (алгоритм «Topographic Wetness Index») и Raster Terrain Analysis.

Статистический анализ включал корреляцию Спирмена для оценки связи между количественными топографическими параметрами и вегетационным индексом EVI, однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с последующим применением пост-хок теста Тьюки для сравнения средних значений EVI между склонами разной экспозиции. Расчеты выполнены в программе JASP.

Модель множественной линейной регрессии построена и проанализирована в том же программном обеспечении. В качестве предикторов включены: тригонометрические компоненты экспозиции склона (Sin и Cos), средняя крутизна, топографический индекс влажности TWI и фиктивные переменные для элементов и форм рельефа (балка, пойма, водораздел; базовая категория — «склон»). Высота над уровнем моря исключена из модели из-за высокой корреляции с другими параметрами.

Данные методы были выбраны в связи с тем, что благодаря им можно не только выявить наличие или отсутствие связей между переменной EVI и факторами предикторами, но и доказать их статистическую значимость и достоверность с помощью показателя p -value, при этом значение $p < 0,05$ свидетельствует о том, что выявленные связи маловероятно возникли случайно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выявление главных геоморфологических и топографических факторов, определяющих пространственное распределение вегетационного индекса EVI в предгорье Главной гряды Крымских гор, производилось на примере ключевого участка (рис. 1). Исследуемый участок расположен в Балаклавском районе в 860 метрах к северу от села Родное. На северо-востоке район исследования занимает часть сельского поселения Терновка. В северо-восточной части участка протекает река Ай-Тодорка. В его пределах расположены следующие вершины: Чамхалых-Бурун (273 м н. у. м.), Устен-Тепе (276 м н. у. м.) и Зыбук-Тепе (451 м н. у. м.).

РОЛЬ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТОВ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ
НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО КРЫМА

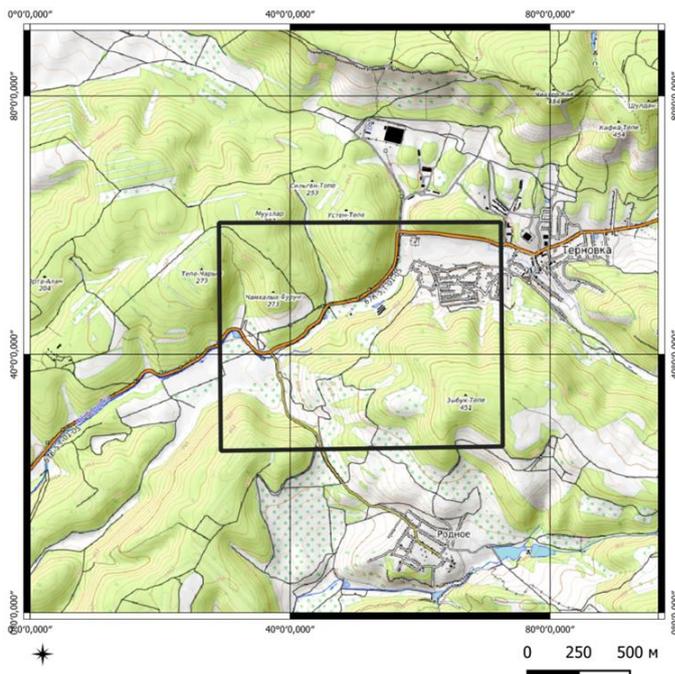


Рис. 1. Географическое положение исследуемого участка предгорного ландшафтного уровня.

Составлено авторами.

1. Предварительный анализ пространственной изменчивости. Для рельефа объекта исследования характерны небольшие перепады высот, слабо расчленённый рельеф. Диапазон распределения высоты над уровнем моря 150–450 м. Наибольшее число полигонов обладает высотами 200–250 м (рис. 2).

Гистограммы распределения показали, что территория характеризуется от умеренной до высокой растительной активностью (EVI 0,5–0,70). Большинство полигонов имеют среднее значение EVI (0,48). На рисунке 2 видно, что преобладают пологие и умеренно крутые склоны (от 1° до 17,5°). Пик гистограммы распределения крутизны приходится на 13–14°, много участков с уклоном около 9 градусов. Почти нет крутых склонов (>16°). Есть небольшое количество участков с уклоном <3° — возможно, днища долин или равнины. Территория преимущественно холмистая с умеренным уклоном; мало плоских и очень крутых участков - благоприятна для сельского хозяйства.

Диапазон распределение топографического индекса влажности TWI: 6–16 — от умеренно влажных до очень влажных участков. Наибольшее количество полигонов выявлено при TWI 6–7 — большинство участков имеют низкую/умеренную влажность. Очень мало участков с TWI >12 значит, почти нет постоянно увлажнённых зон. TWI = 16 — единичные точки, возможно, днища оврагов или родники.

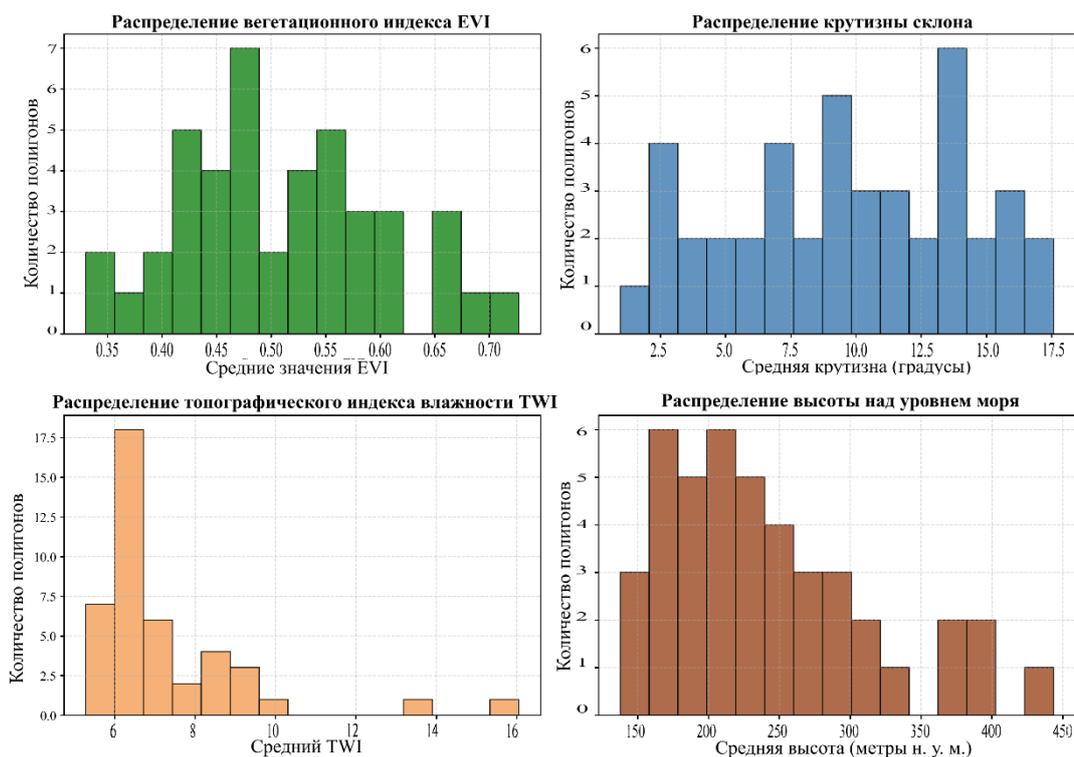


Рис. 2. Распределение ключевых ландшафтных характеристик по полигонам территории.

Составлено авторами.

2. Корреляционный анализ Спирмена. На исследуемой территории наиболее выраженная взаимосвязь выявлена между крутизной склона и топографическим индексом влажности (0,51) – соответствует логике, что крутым склонам свойственна низкая влажность почв, а влажные зоны сосредоточены в относительно плоских понижениях рельефа.

Таблица 1.

Данные результатов расчета корреляции Спирмена

	EVI_mean	Slope_mean	TWI_mean	Elevation_mean
EVI_mean	1	0,18	-0,19	-0,1
Slope_mean	0,18	1	-0,51	0,21
TWI_mean	-0,19	-0,51	1	-0,36
Elevation_mean	-0,1	0,21	-0,36	1

Составлено авторами.

Отрицательная корреляция между TWI (топографическим индексом влажности) и EVI (вегетационный индекс) может указывать на то, что самые влажные участки

РОЛЬ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТОВ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО КРЫМА

(долины) либо не покрыты растительностью (например, заняты под дороги, также из спутникового снимка видны пашни (коричневые/серые участки), которые могут иметь низкий EVI). Помимо этого, TWI — указывает на то, где вода может накапливаться, но не учитывает: тип почвы, глубину залегания грунтовых вод.

Связь вегетационного индекса EVI с топографическими параметрами очень слабая (0,2), что говорит о доминирующем влиянии других факторов на распределение растительности.

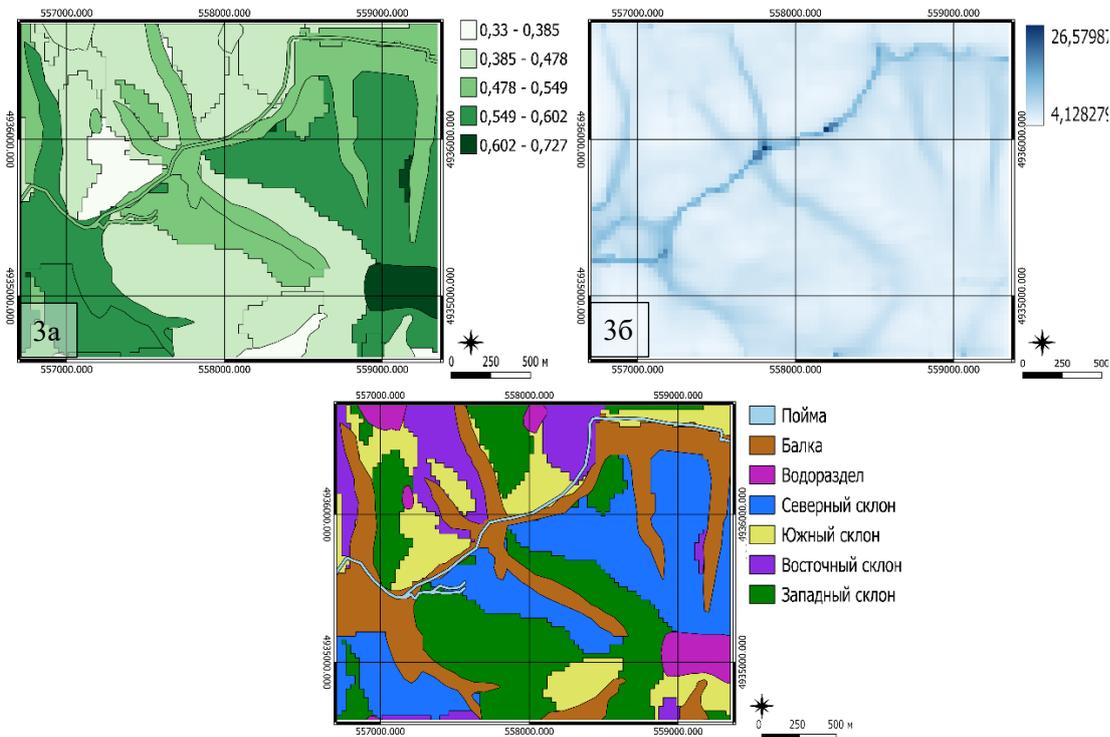


Рис. 3. Распределение средних значений вегетационного индекса EVI по местоположениям (3а) и топографического индекса влажности (TWI) (3б), элементы и формы рельефа локального участка (3в).

Составлено авторами.

3. Влияние экспозиции склона дисперсионный анализ (ANOVA).

Дисперсионный анализ (ANOVA) проводился с целью проверить влияет ли направление склона на исследуемую величину (EVI). Проанализированы направления: северные, восточные, западные, южные склоны.

Отношение межгрупповой дисперсии к внутригрупповой ($F = 3,28$) достаточно значимое $p=33$ (количество контуров разной экспозиции), говорит о наличии различий в средних показателях EVI между склонами разной экспозиции. Так как $p\text{-value} = 0,0348$, что ниже порога 0,05 (условная граница, которую принято использовать как приемлемый риск ошибиться) [12], с вероятностью ошибки менее чем в 5% случаев мы можем

утверждать, что хотя бы одно из направлений склона действительно отличается по среднему значению от других. Для того чтобы выявить какое именно необходимо использовать метод множественных сравнений (пост-хок тест Тьюки).

Таблица 2.

Результаты дисперсионного анализа ANOVA

Источник вариации	Сумма квадратов	df степени свободы	F-статистика	PR(>F) (p-значение)
Межгрупповая вариация средних EVI	0,0782	3	3,28	0,0348
Внутригрупповая вариация средних EVI	0,2303	29	-	-

Составлено авторами.

Таблица 3.

Результаты пост-хок теста Тьюки

Группа 1	Группа 2	Разница средних значений	p-adj	lower	upper
Западный склон	Восточный склон	-0,0731	0,2673	-0,1801	0,034
Северный склон	Восточный склон	-0,0133	0,996	-0,1752	0,1486
Южный склон	Восточный склон	-0,1244	0,0292	-0,2388	-0,0099
Северный склон	Западный склон	0,0598	0,7281	-0,0969	0,2165
Южный склон	Западный склон	-0,0513	0,5669	-0,1584	0,0558
Южный склон	Северный склон	-0,1111	0,2629	-0,273	0,0508

Составлено авторами.

На первый взгляд, кажется, что восточные склоны имеют самый высокий EVI. Но чтобы быть уверенными, что это не случайность, мы провели статистический анализ.

Результат показал: единственная значимая разница — между Восточными и Южными склонами: разница средних = -0,1244. Среднее EVI на восточном склоне на 0,1244 выше, чем на южном; доверительный интервал [-0,2388, -0,0099]: не включает 0, значит различие надёжное p-adj = 0,0292: после поправки на множественные сравнения остаётся менее 0,05, следовательно, значимо. Это означает, что именно в восточном направлении растительность действительно активнее, что может быть связано с климатическими особенностями экспозиции. Южные склоны — более сухие и тёплые: сильнее прогреваются, быстрее высыхают, восточные склоны — получают утреннее солнце, но избегают жаркое послеполуденное время, растительность получает меньше

РОЛЬ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТОВ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ
НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО КРЫМА

стресса от жары и засухи. Различия между всеми остальными парами направлений склонов были статистически незначимыми (все $p\text{-adj} > 0,05$).

4. Совместное влияние факторов (множественная регрессия). Для выявления ключевых факторов, определяющих пространственную изменчивость вегетационного индекса растительности EVI была построена модель множественной линейной регрессии, по формуле

$$\text{EVI_mean} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Sin_mean} + \beta_2 \times \text{Cos_mean} + \beta_3 \times \text{Slope_mean} + \beta_4 \times \text{TWI_mean} + \beta_5 \times \text{is_водораздел} + \beta_6 \times \text{is_балка} + \beta_7 \times \text{is_пойма} + \varepsilon \quad (1),$$

где β_0 – константа; $\beta_1\text{--}\beta_7$ — коэффициенты регрессии; ε — остаток (ошибка модели).

В качестве независимых переменных (предикторов) были включены следующие параметры:

морфометрические предикторы:

- топографический индекс влажности (twi_mean) — характеризует потенциальное накопление влаги в рельефе;
- средняя крутизна склона (slope_mean);
- тригонометрические компоненты экспозиции склона (sin_mean и cos_mean) — обеспечивают непрерывное представление направления склона;

элементы и формы рельефа:

- балки, пойма, водоразделы.

Базовой категорией служил «склон», относительно которого интерпретируются коэффициенты остальных переменных (табл. 4): каждый из них отражает среднюю разницу в значении EVI между соответствующей категорией (балка, пойма, водораздел) и склоном при прочих равных условиях (одинаковая экспозиция, крутизна и т.д.). Высота над уровнем моря изначально рассматривалась как потенциальный предиктор, но в итоге была исключена, поскольку почти дублирует информацию, уже содержащуюся в других переменных (форме рельефа и морфометрических параметрах). В таких условиях модель не может точно определить, какому из факторов принадлежит наблюдаемый эффект.

Поскольку коэффициенты множественной линейной регрессии при Cos (+0,0841) и Sin (+0,0523) положительны и статистически значимы, это означает, что чем выше значения этих тригонометрических переменных у конкретного участка, тем выше на нём EVI; при этом *максимальные значения Cos_mean (близкие к +1) характерны для северных склонов, а максимальные значения Sin_mean (близкие к +1) – для восточных, что указывает на наиболее благоприятные условия для растительности на склонах северо-восточной экспозиции, где сочетаются тень (в случае северных склонов) и утреннее освещение (в случае восточных), что снижает испарение и способствует сохранению влаги.*

В то же время ни одна из геоморфологических форм рельефа (балки, поймы, водоразделы) не оказала статистически значимого влияния на EVI по сравнению с базовой категорией «склон». Отрицательные коэффициенты множественной линейной регрессии означают, что в среднем вегетационный индекс EVI в этих формах рельефа немного ниже, чем на склонах с теми же морфометрическими характеристиками. Однако эта разница настолько мала, что нельзя считать её статистически достоверной ($p > 0,05$).

Таблица 4.

Результаты множественной линейной регрессии зависимости EVI от морфометрических и геоморфологических факторов

Переменная	Коэффициент	Стандартная ошибка	t-статистика	p-значение
Константа	0,4614	0,0188	24,54	<0,001
TWI	0,0038	0,0031	1,21	0,237
Крутизна	0,0008	0,0018	0,44	0,665
Sin	0,0523	0,0200	2,62	0,012
Cos	0,0841	0,0181	4,65	<0,001
Is_Балка	-0,0209	0,0211	-0,99	0,329
Is_Пойма	-0,0115	0,0270	-0,43	0,673
Is_Водораздел	-0,0132	0,0175	-0,75	0,457
Модель в целом				
R ²	0,392			
Скорректированный R ²	0,271			
F(7, 25)	3,25			0,0096

Составлено авторами.

Показатели топографического индекса влажности (TWI) и крутизны склона, несмотря на положительные коэффициенты множественной линейной регрессии, также не достигли статистической значимости, что указывает на второстепенную роль этих геоэкологических факторов по сравнению с экспозицией в формировании пространственной структуры растительности, а, следовательно, и ландшафтов, в условиях предгорья Крымских гор.

ВЫВОДЫ

Проведённое исследование позволило установить ключевую роль экспозиции склонов в формировании пространственной структуры растительного покрова северо-западного предгорья Крымских гор на примере локального участка, а, следовательно, и структуры ландшафтов. Несмотря на ожидаемую связь растительности с увлажнением (TWI) и энергией рельефа, именно ориентация склона по оси восток-запад оказалась наиболее значимым фактором, определяющим показатели вегетационного индекса EVI. Наиболее высокие значения EVI характерны для участков с северо-восточной экспозицией, что может быть связано с благоприятным микроклиматом (благоприятные условия сочетания тепла и влаги): северные склоны получают меньше прямой солнечной радиации, а на восточных уменьшается интенсивность послеполуденного перегрева, что снижает испарение и способствует сохранению влаги.

РОЛЬ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТОВ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО КРЫМА

Несмотря на ожидаемую связь вегетационного индекса и показателей крутизны склонов, топографического индекса влажности (TWI), форм и элементов рельефа (балки, поймы, водоразделы), их вклад оказался статистически незначимым в пределах исследуемой территории. Это объясняется тем, что формы рельефа и морфометрические характеристики исследуемого участка, либо уже включены в экспозиционный эффект, либо играют второстепенную роль в условиях умеренно холмистого ландшафта с преобладанием средне влажных участков.

Таким образом, в пределах изученного района экспозиция склона выступает доминирующим геоэкологическим фактором в организации пространственной структуры ландшафтов локального уровня, что имеет важное значение для ландшафтного планирования, оценки агропотенциала и прогнозирования реакции экосистем на климатические изменения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Государственного Совета Республики Крым «Молодым ученым Республики Крым имени Н. Я. Данилевского», 2025 г.

Список литературы

1. Исаченко А.Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. Москва: Высшая школа, 1991. 366 с.
2. Сочава А.М. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 142 с.
3. Физическая география СССР: Европейская часть / под ред. Гвоздецкого Н.А. Москва: Мысль, 1973. 480 с.
4. Основы ландшафтного анализа / Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Москва: Наука, 1988. 191 с.
5. Huete A., Didan K., Miura T., Rodriguez E.P., Gao X., Ferreira L.G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*. 2002. Vol. 83(1–2). С. 195–213.
6. Пушкин А.А., Сидельник Н.Я., Ковалевский С.В. Оценка возможностей использования спектрального вегетационного индекса EVI для дешифрирования лесных насаждений по материалам космической съемки // Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2020. № 1 (228). С. 49–56.
7. Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // *Геоматика*. 2009. № 3. С. 28–32.
8. Григорьев А.А., Кондратьев К.Я. Космические методы изучения природной среды. Ленинград: Гидрометеоздат, 1988. 163 с.
9. Hengl T., Reuter H.I. *Geomorphometry: Concepts, Software, Applications*. Elsevier, 2009. 772 pp.
10. Global Visualization Viewer (GloVis) / U.S. Geological Survey (USGS) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://glovis.usgs.gov/> (дата обращения: 16.11.2025).
11. Koshel S., Mikhalyov O. New Approaches in Cartographic Relief Representation with Morphometric Variables // *Proceedings of 26th International Cartographic Conference*. 2013. August. pp. 743–744.
12. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа: Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учеб. пособие / Э. А. Вуколов. 2-е изд., испр. и доп. Москва: ФОРУМ, 2008. 464 с.

**THE ROLE OF GEOMORPHOLOGICAL FACTORS IN FORMING THE
SPATIAL STRUCTURE OF LOCAL-LEVEL LANDSCAPES: A CASE STUDY OF
MOUNTAINOUS CRIMEA**

Vakhrushev B. A.¹, Kutikova E. V.²

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: 'vakhb@inbox.ru, 'pizova13@mail.ru*

The article presents the results of a study on the role of geomorphological and topographic factors in shaping the spatial structure of vegetation cover within a local site in the Crimean foothills. The Enhanced Vegetation Index (EVI), derived from Landsat 8 satellite imagery, was used as an integrated indicator of vegetation condition. The analysis was based on 43 polygonal sample plots representing gullies, watersheds, floodplains, and slopes of northern, eastern, southern, and western exposures. For each plot, mean EVI values and key morphometric characteristics of the terrain were obtained, including slope aspect and gradient, the Topographic Wetness Index (TWI), and elevation above sea level. Statistical analyses included Spearman's rank correlation, one-way ANOVA with Tukey's post-hoc test, and multiple linear regression. The results indicate that, among all examined factors, slope aspect exerts the strongest influence on vegetation activity, with the highest EVI values observed on northeastern slopes within the studied area. These findings can be applied in landscape-ecological assessments for land-use planning and territorial management.

Keywords: Enhanced Vegetation Index (EVI), geomorphological factors, slope aspect, landscape, Crimean foothills, remote sensing.

References

1. Isachenko A.G. Fundamentals of Landscape Science and Physical-Geographical Zoning. Moscow: Vysshaya Shkola, 1991. 366 p. (in Russian)
2. Sochava A.M. Introduction to the Theory of Geosystems. Novosibirsk: Nauka, 1978. 142 p. (in Russian)
3. Physical Geography of the USSR: European Part / edited by Gvozdetsky N.A. Moscow: Mysl', 1973. 480 p. (in Russian)
4. Fundamentals of Landscape Analysis / Preobrazhensky V.S., Aleksandrova T. D., Kupriyanova T.P. Moscow: Nauka, 1988. 191 p. (in Russian)
5. Huete A., Didan K., Miura T., Rodriguez E.P., Gao X., Ferreira L.G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment. 2002. Vol. 83(1–2). pp. 195–213. (in Russian)
6. Pushkin A.A., Sidelnik N.Y., Kovalevskiy S.V. Assessment of the potential of using the spectral vegetation index EVI for interpretation of forest stands based on satellite imagery // Proceedings of the Belarusian State Technological University. Series 1: Forestry, Environmental Management and Renewable Resources Processing. 2020. № 1 (228). pp. 49–56. (in Russian)
7. Cherepanov A.S., Druzhinina E.G. Spectral properties of vegetation and vegetation indices // Geomatics. 2009. № 3. pp. 28–32. (in Russian)
8. Grigoryev A.A., Kondratyev K.Y. Space-Based Methods for Studying the Natural Environment. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988. 163 p. (in Russian)

РОЛЬ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТОВ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ
НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО КРЫМА

9. Hengl T., Reuter H.I. Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. Elsevier, 2009. 772 pp. (in Russian)
10. Global Visualization Viewer (GloVis) / U.S. Geological Survey (USGS) [Elektronnyj resurs]. URL: <https://glovis.usgs.gov/> (application: 16.11.2025).
11. Koshel S., Mikhalyov O. New Approaches in Cartographic Relief Representation with Morphometric Variables // Proceedings of the 26th International Cartographic Conference. 2013. August. pp. 743–744. (in Russian)
12. Vukolov E.A. Fundamentals of Statistical Analysis: Practicum on Statistical Methods and Operations Research Using STATISTICA and EXCEL Software: Textbook / Vukolov E.A. 2nd ed., rev. and enl. Moscow: FORUM, 2008. 464 p. (in Russian)

Поступила в редакцию 19.10.2025 г.

РАЗДЕЛ 3.
ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 631.481:536.7:550.4.01 (470)

**ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ОСОБО
ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА С ПОМОЩЬЮ «NEXTGIS»**

Дега Н. С.¹, Аджиев Р. И.², Узденова Х. И.³

*^{1,2,3}Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева, Карачаевск,
Российская Федерация
E-mail: ¹dega999@mail.ru, ²atatch@yandex.ru, ³u.halimat@mail.ru*

В статье проводится комплексное исследование концептуальных основ использования геоинформационных систем (ГИС) в управлении особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) Российской Федерации. В ходе работы выявлены текущие практики и ключевые тенденции применения ГИС на различных ООПТ, с акцентом на Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО). Исследование включает разработку программы внедрения ГИС, адаптированной под масштабы и особенности профильных задач охраняемых территорий региона. Представлены обоснования предполагаемой эффективности и ожидаемых затрат на внедрение ГИС для различных категорий ООПТ. Внедрение NextGIS на ООПТ СКФО повысит точность экологического мониторинга и снизит затраты на полевые исследования, управление данными и поддержание природных ресурсов. Это позволит значительно улучшить качество охраны природы и повысить устойчивость экосистем региона.
Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, геоинформационные системы, мониторинг, Северо-Кавказский федеральный округ.

ВВЕДЕНИЕ

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) имеют стратегическое значение в поддержании экосистемного равновесия, сохранении биологического разнообразия и рациональном использовании природных ресурсов. В условиях увеличивающегося антропогенного воздействия и глобальных климатических изменений вопрос их эффективного управления становится первоочередным. Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой инновационный инструмент, который позволяет автоматизировать процессы мониторинга, анализировать пространственные данные и принимать оперативные решения в области охраны природы.

Необходимость внедрения ГИС для управления ООПТ обоснована их потенциалом в снижении издержек, повышении точности учёта биоразнообразия и улучшении планирования природоохранных мероприятий. В частности, применение данных технологий на уровне Северо-Кавказского федерального округа (СКФО), обладающего уникальным природным и климатическим разнообразием, остаётся недостаточно изученным. Регион сталкивается с рядом вызовов, включая высокий уровень туристической активности, необходимость защиты редких видов и оптимизации управления обширными территориями.

Актуальность темы подтверждается как научным интересом к вопросам управления ООПТ, так и практической необходимостью их интеграции с современными технологиями. Существующие работы, включая исследования Ефимовой А.В., Савиновой А.Н., Болботунова А.А., Дегтяревой Е.В., Дега Н.С. и др. [1, 2, 3, 4] подчёркивают высокую эффективность ГИС в экологическом мониторинге. Однако их адаптация к специфическим условиям России, особенно в контексте СКФО, остаётся ограниченной. Исследования Тереховой, Отбоевой С.Д., Жалсараевой Е.А., Дебелая И.Д. и Морозовой Г.Ю. [5, 6, 7] подтверждают важность разработки детализированных методологических подходов для применения ГИС на природоохранных объектах различного уровня.

Целью данного исследования является обоснование необходимости и разработка рекомендаций по поэтапному внедрению ГИС для управления ООПТ Северо-Кавказского федерального округа. Задачи исследования включают: анализ текущего состояния применения ГИС на российских ООПТ, изучение международного опыта, выявление ограничений существующих подходов и разработку практических решений для адаптации технологий в регионе.

Поставленные задачи направлены на решение одной из ключевых проблем природоохранной деятельности – обеспечение устойчивого и эффективного управления особо охраняемыми территориями. Результаты исследования могут быть использованы для разработки долгосрочных стратегий, способствующих сохранению природного наследия и повышению устойчивости экосистем России.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения цели и выполнения поставленных задач исследования был использован системный подход, основанный на комплексном применении нормативно-правового анализа, эмпирических наблюдений, пространственных технологий и экономического моделирования. Это позволило получить репрезентативные результаты и обеспечить глубокое изучение проблемы.

Эмпирический этап исследования включал сбор и обработку данных с использованием современных ГИС-технологий. На примере трёх ООПТ Северо-Кавказского федерального округа – Кавказского биосферного заповедника, национальных парков «Приэльбрусье» и «Кисловодский» были изучены пространственные характеристики экосистем. Особое внимание уделялось анализу спутниковых снимков, цифровых моделей рельефа и данных дистанционного зондирования. В качестве ключевого инструмента использовалась платформа NextGIS, обеспечивающая интеграцию данных и их визуализацию.

Важным элементом исследования стало изучение экономической эффективности внедрения ГИС. Методика включала анализ затрат на установку и эксплуатацию платформы NextGIS в конфигурациях Standard, Extended и Enterprise. Прогнозируемые выгоды, такие как снижение расходов на мониторинг и повышение точности данных, были сопоставлены с предполагаемыми затратами.

Для выявления успешных практик управления ООПТ был проведён сравнительный анализ опыта использования ГИС на природоохранных территориях других регионов России и за рубежом. Это позволило выделить адаптируемые

подходы, такие как использование платформы NextGIS для инвентаризации биоразнообразия и контроля за изменениями в экосистемах.

Таким образом, исследование базировалось на систематическом изучении законодательной базы, анализе пространственных данных, моделировании экономической эффективности и адаптации успешного опыта. Комплексность применяемых методов обеспечивает обоснованность выводов и даёт возможность разработать рекомендации для оптимизации управления ООПТ с использованием ГИС.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С правовой стороны использование ГИС в Российской Федерации регламентируется несколькими основными нормативно-правовыми актами. Один из ключевых документов – Федеральный закон от 30 декабря 2015 года № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Этот закон определяет правовую основу для осуществления геодезической и картографической деятельности, охватывая и вопросы применения геоинформационных технологий. Помимо этого, ГОСТ Р 52438-2005 стандартизирует основные термины и определения в области ГИС, создавая единообразные требования для использования терминологии в документах и научных исследованиях. Федеральный закон от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании» также играет значимую роль в регулировании вопросов, связанных с ГИС. Этот закон устанавливает правовые рамки для разработки, принятия и внедрения обязательных требований к продукции, включая программное обеспечение, и распространяется на продукцию, связанную с геоинформационными технологиями.

На рисунке 1 представлены основные элементы геоинформационного обеспечения экологического мониторинга особо охраняемых природных территорий.

Данная схема структурирует основные элементы мониторинга, базирующегося на использовании цифровых моделей рельефа (ЦМР) и данных дистанционного зондирования, получаемых с космических снимков. Эти источники информации позволяют обеспечить комплексный анализ состояния и динамики природных объектов. Такая интеграция цифровых моделей рельефа и данных космических снимков в геоинформационное обеспечение мониторинга ООПТ обеспечивает высокоточный анализ и контроль за экологическим состоянием территорий. Данная система позволяет проводить детальный мониторинг природных процессов, выявлять отклонения в экосистемах и принимать обоснованные решения по управлению и охране природных ресурсов, способствуя сохранению биологического разнообразия и экологической устойчивости.

По состоянию на 2024 год, в России насчитывается 295 ООПТ федерального значения, включая 108 государственных природных заповедников, 63 национальных парка и 60 государственных природных заказников.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ОСОБО
ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА С ПОМОЩЬЮ «NEXTGIS»**

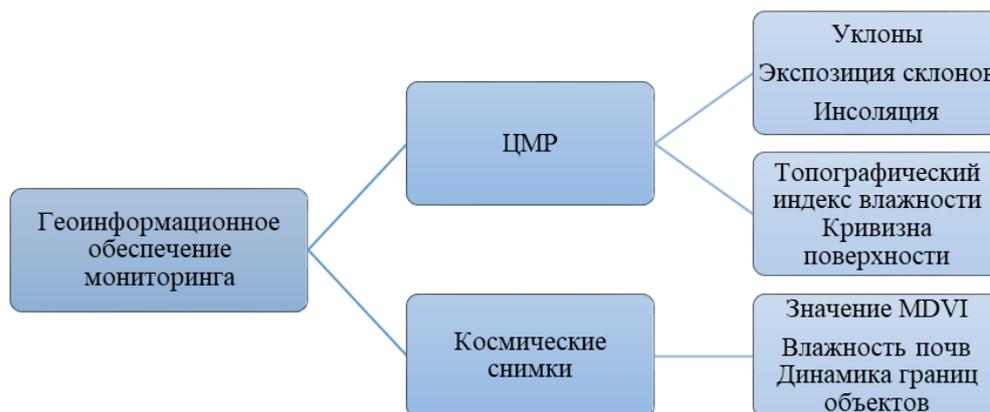


Рис. 1 Основные элементы геоинформационного обеспечения экологического мониторинга особо охраняемых природных территорий.

Составлено авторами по [7].

Согласно данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ, около 70% этих территорий внедрили ГИС для различных задач управления и мониторинга.

Таблица 1.

Применение ГИС на ООПТ Российской Федерации

Категория ООПТ	Количество территорий	Доля, использующих ГИС (%)
Государственные природные заповедники	108	75
Национальные парки	63	80
Государственные природные заказники	60	55

Составлено авторами по [8].

Использование ГИС на ООПТ Российской Федерации демонстрирует положительную динамику, способствуя более эффективному управлению и сохранению природного наследия страны. Основное назначение ГИС на ООПТ заключается в создании высокоточных баз данных для инвентаризации биоразнообразия и анализа динамики экологических процессов. В таблице 2 представлена характеристика использования ГИС на некоторых ООПТ Российской Федерации.

Таблица 2.

Примеры использования ГИС на ООПТ Российской Федерации

ООПТ	Технологии	Применение	Эффекты внедрения
Алтайский государственный природный заповедник	PC ARC, ArcView	Мониторинг и моделирование мест обитания редких видов, например, таких как алтайский горный баран.	Сокращение затрат на мониторинг, повышение точности учета редких видов, снижение рисков исчезновения
Национальный парк «Лосиный остров»	ARC/INFO, ArcView (ESRI)	Поддержка базы данных экологического состояния, моделирование изменений лесов и водных объектов	Повышение точности прогнозов состояния экосистем на 25%, сокращение времени на сбор данных на 15%
Национальный парк «Угра»	ArcView с лесопатологическими модулями	Лесопатологический мониторинг, контроль за нарушениями природоохранного законодательства	Сокращение затрат на патрулирование, повышение точности выявления болезней
Национальный парк «Калевальский»	Топографические, почвые и растные карты, интеграция культурных данных	Комплексная оценка экологического состояния и рекреационных нагрузок	Повышение эффективности управления рекреацией на 40%, сокращение времени на планирование мероприятий

Составлено авторами по [9].

В Алтайском государственном природном заповеднике система ГИС построена на базе программного обеспечения PC ARC и ArcView. С помощью данных о высоте рельефа, экспозиции склонов и удаленности от хозяйственных объектов создаются модели оптимальных местообитаний. Это способствует эффективному управлению территорией и повышению точности учета численности редких видов, что минимизирует риски их исчезновения.

В Национальном парке «Лосиный остров» активно используется программное обеспечение компании ESRI, включая модули ARC/INFO и ArcView, что позволяет поддерживать систему мониторинга и вести учет состояния экосистем. Данные, получаемые посредством ГИС, способствуют моделированию изменений и прогнозированию экологических показателей, таких как здоровье лесных массивов и состояние водных объектов. Сотрудники парка отмечают, что благодаря применению

ГИС удалось на 25% повысить точность прогнозов состояния экосистем и на 15% сократить время на сбор и обработку данных [9].

Национальный парк «Угра» также использует ГИС-технологии на базе ArcView с дополнительными модулями для анализа лесопатологических данных. Данная система позволяет контролировать состояние лесов и фиксировать нарушения природоохранного законодательства. Геоинформационные технологии здесь служат поддержкой для принятия управленческих решений, что позволяет планировать меры по восстановлению экосистемных комплексов. Внедрение ГИС в «Угре» позволило сократить затраты на патрулирование лесных массивов на 20%, а также повысить точность выявления очагов поражения болезнями на 30% [7].

Примером успешного использования ГИС в целях охраны уникальных экосистем является Национальный парк «Калевальский». Здесь используется комплексная система, включающая топографические, почвенные и растительные карты, а также данные о культурных объектах на территории парка. Интеграция разнородных источников данных позволяет сотрудникам парка проводить многоуровневую оценку состояния экосистем и формировать обоснованные рекомендации по снижению антропогенной нагрузки.

Таким образом, использование ГИС на ООПТ России способствует улучшению качества экологического мониторинга и повышению оперативности принятия управленческих решений, что позволяет более эффективно решать задачи по охране уникальных природных объектов и поддержанию экологического равновесия на особо охраняемых территориях.

Северо-Кавказский федеральный округ включает ряд уникальных ООПТ, таких как Кавказский биосферный заповедник, национальные парки «Приэльбрусье», «Кисловодский» и Тебердинский. На примере ряда ООПТ СКФО можно увидеть, как ГИС содействуют улучшению управления и сохранению экосистем.

В Кавказском биосферном заповеднике, крупнейшем заповеднике региона с территорией более 280 тысяч гектаров, активно используются ГИС для наблюдения за экосистемами и контроля за состоянием биоразнообразия. С помощью ГИС-технологий осуществляется мониторинг редких видов, таких как кавказская серна и кавказский тур, что позволяет выявлять изменения в ареалах их обитания. Важным инструментом для анализа растительности заповедника является использование индекса NDVI, который позволяет отслеживать нарушения, связанные с незаконными вырубками или пожарами. Дополнительно, ГИС-технологии помогают контролировать потоки посетителей, что минимизирует антропогенное воздействие на экосистему.

Национальный парк «Приэльбрусье», расположенный в Кабардино-Балкарии и охватывающий около 100 тысяч гектаров, использует ГИС-технологии для управления туристической инфраструктурой и мониторинга состояния природных комплексов, включая ледники и леса. В условиях сокращения площади ледников под влиянием изменения климата ГИС и спутниковые снимки применяются для мониторинга площади и состояния снежного покрова, что имеет критическое значение для водного баланса региона. Также данные ГИС используются для анализа

состояния лесных массивов, что позволяет своевременно выявлять участки, подверженные заболачиванию или поражению вредителями [2].

В Тебердинском национальном парке, занимающем около 85 тысяч гектаров, ГИС-технологии применяются для оценки биоразнообразия, мониторинга лесов и анализа водных ресурсов [3, 4]. Спутниковое наблюдение позволяет отслеживать ареалы редких видов, таких как зубр и кавказский лесной кот, что способствует более точной оценке их численности и динамики. Инвентаризация лесных массивов с использованием ГИС позволяет заповеднику более эффективно планировать меры по охране лесов и предотвращению экологических нарушений [10]. Также ГИС-технологии используются для оценки состояния озер и рек, что дает возможность контролировать качество воды и оценивать воздействие климатических факторов.

Таблица 3.

Примеры использования ГИС на ООПТ Северо-Кавказского федерального округа

ООПТ	Технологии	Применение
Кавказский биосферный заповедник	Спутниковые снимки, NDVI	Мониторинг редких видов, картографирование растительности и контроль туристических потоков
Национальный парк «Приэльбрусье»	ГИС-картографирование, дистанционное зондирование	Карты туристических маршрутов, мониторинг ледников и лесных массивов
Тебердинский национальный парк	Дистанционное зондирование, инвентаризация лесов	Мониторинг биоразнообразия, оценка состояния лесов и водных объектов

Составлено авторами по [8].

Среди всех ООПТ СКФО особо выделяется Государственный природный заповедник «Дагестанский», который первым в регионе внедрил новую форму мониторинга на базе инновационной платформы «NextGIS».

Данная система представляет собой интегрированное решение, разработанное для эффективного мониторинга природных территорий, и позволяет оперативно анализировать пространственные данные, реагировать на изменения в экосистемах и интегрировать информацию с другими источниками. В NextGIS реализованы функции атрибутивного анализа и мониторинга пространственных характеристик, включая точные координаты и границы территории, что улучшает учет и контроль за ООПТ. Платформа NextGIS в Дагестанском заповеднике используется для фиксирования и обработки атрибутов, таких как геометрия участков и их координаты, что позволяет существенно сократить риск ошибок и оптимизировать работу с данными. Кроме того, NextGIS обеспечивает оперативный доступ к данным

в режиме реального времени, что имеет критическое значение при возникновении чрезвычайных ситуаций или необходимости срочной экологической оценки. По данным администрации заповедника, внедрение NextGIS позволило сократить временные затраты на сбор и обработку данных на 40%, а точность учета объектов повысилась на 30%. Этот подход значительно повышает прозрачность мониторинга и способствует более качественному управлению природными территориями. Опыт использования NextGIS в Дагестанском заповеднике демонстрирует необходимость распространения данного решения на другие ООПТ СКФО.

Платформа NextGIS представляет собой комплексный набор инструментов, предназначенных для организации геоинформационного мониторинга и эффективного управления особо охраняемыми природными территориями. Этот программно-аппаратный комплекс включает в себя несколько ключевых компонентов, каждый из которых выполняет важные функции в системе сбора, обработки и анализа пространственных данных.

Центральным звеном системы является NextGIS Web, которая позволяет аккумулировать и структурировать пространственные данные по охраняемым территориям, создавая единое информационное пространство. NextGIS Web поддерживает загрузку данных вручную и автоматически, а также предоставляет возможности для создания неограниченного количества интерактивных карт, что повышает наглядность и удобство работы с геоданными.

Настольное приложение NextGIS QGIS служит мощным инструментом для создания и редактирования геоданных. Оно предоставляет широкий функционал для задач оцифровки, визуализации, анализа пространственной информации и подготовки картографических материалов к печати.

Мобильное приложение NextGIS Mobile, работающее на платформе Android, дополняет систему, обеспечивая возможности для сбора и редактирования данных непосредственно в полевых условиях. Приложение позволяет работать как в онлайн, так и в офлайн режимах, что дает пользователям гибкость в условиях отсутствия интернет-соединения. Данные, собранные в поле, могут быть загружены в NextGIS Web, что позволяет оперативно обмениваться информацией между полевыми и офисными сотрудниками.

Особый интерес вызывает инструмент NextGIS Formbuilde, который позволяет организовать полевой сбор данных с помощью настраиваемых форм. Этот компонент позволяет создавать формы для ввода данных без необходимости написания программного кода, что делает процесс настройки быстрым и доступным даже для пользователей без технических навыков. NextGIS FormBuilder особенно полезен для мониторинга, требующего оперативного и точного сбора данных на месте.

Применение системы NextGIS на различных ООПТ в России иллюстрирует её высокую практическую значимость для природоохранной деятельности. Например, Центрально-Лесной заповедник использует NextGIS для мониторинга биологического разнообразия, создавая централизованную базу данных, которая упрощает доступ к информации и повышает эффективность управления природными ресурсами. В Кроноцком заповеднике платформа применяется для мониторинга передвижения сотрудников и транспорта, что способствует улучшению безопасности

и охране природных объектов. В Государственном природном заказнике «Степной» Астраханской области внедрена функция мониторинга пожаров, что позволяет оперативно регистрировать очаги возгораний и своевременно принимать меры по их локализации. Государственный природный заповедник «Дагестанский» использует ортофотопланы и другие картографические данные, что значительно упрощает мониторинг экологических изменений на своих участках и позволяет вести документацию природных процессов на более высоком уровне.

NextGIS предлагает также широкий спектр услуг, которые помогают ООПТ внедрять и эффективно использовать систему для решения специфических задач.

Одним из важных направлений является предоставление картографического решения для ООПТ, которое позволяет подключить NextGIS Заповедник к центральной базе данных. Это решение способствует оптимизации работы, сокращая необходимость в бумажной документации и объединяя данные с различных устройств в единую систему, что облегчает анализ и дальнейшую обработку данных. Стоимость облачного решения составляет 45 000 рублей в год, тогда как внедрение на сервер заказчика оценивается в 300 000 рублей в год.

Функция персонального трекинга позволяет мониторить местоположение сотрудников и посетителей, что особенно важно для обеспечения их безопасности и повышения оперативности в экстренных ситуациях. База данных по лесоустройству, интегрированная в NextGIS, обеспечивает доступ к более чем 120 показателям лесных участков, что позволяет получить полную картину состояния лесных ресурсов на охраняемой территории. Инструменты для работы с кадастровыми данными, включающие модуль Rosreestr Tools, дают возможность интегрировать информацию о земельных участках и капитальных строениях, что упрощает управление земельными ресурсами на ООПТ.

Одним из значимых сервисов является мониторинг пожаров, который позволяет оперативно отслеживать очаги возгораний и фиксировать их для последующего анализа. Этот функционал особенно полезен для заповедников и заказников, расположенных в регионах с высокой пожароопасностью. Инструменты для отслеживания транспортных средств позволяют не только контролировать местоположение транспорта в реальном времени, но и формировать отчёты о его эксплуатации, что способствует оптимизации логистики на охраняемой территории.

Использование системы NextGIS на ООПТ демонстрирует значительные преимущества для природоохранной деятельности, позволяя эффективно управлять данными и повышать оперативность мониторинга. Такой подход способствует не только улучшению условий сохранения природных ресурсов, но и поддержанию высокого уровня безопасности для сотрудников и посетителей ООПТ.

В рамках предлагаемой программы внедрения платформы NextGIS на особо охраняемых природных территориях Северо-Кавказского федерального округа необходимо учитывать различные аспекты, включая масштаб, особенности посещаемости, нагрузку со стороны туристов, а также уникальные экологические характеристики каждой территории. Применение платформы NextGIS различной конфигурации для каждой ООПТ обеспечит рациональное использование ресурсов, способствуя экономической эффективности и устойчивости проекта.

В случае Кавказского биосферного заповедника, представляющего собой самую большую по площади ООПТ с высокой посещаемостью и обширным биоразнообразием, требуется продвинутый комплексный подход для постоянного контроля состояния экосистем и управления потоком туристов. Для данного заповедника оптимально внедрение версии NextGIS Web Enterprise, которая включает широкий спектр возможностей, таких как полевой сбор данных, мониторинг движущихся объектов, ведение журналов и трехмерное моделирование. Лицензия на два сервера позволяет выполнять параллельные задачи тестирования и разработки, что важно для комплексного мониторинга на такой большой территории. Использование NextGIS Web Enterprise обеспечит оперативное получение данных о состоянии экосистем, а также регулярную инвентаризацию редких видов. Это поможет снизить воздействие туристической активности на уязвимые участки, улучшить охрану природных комплексов, а также сократить затраты на полевые исследования и обработку информации.

Национальный парк «Приэльбрусье» обладает средними по площади территориями и значительной туристической активностью, что требует постоянного контроля за маршрутами, сохранения природных объектов и оптимизации потоков посетителей. Для этой территории рекомендуется решение NextGIS Web Extended, включающее функции полевого сбора данных, мониторинга движущихся объектов и работу с трехмерными моделями. Это позволит парку проводить мониторинг состояния ледниковых и горных экосистем и минимизировать воздействие человеческой деятельности на природу.

Для Национального парка «Кисловодский», имеющего культурно-рекреационное значение и умеренную туристическую нагрузку, достаточно базового набора функций мониторинга состояния природных объектов. Рекомендуемым решением является NextGIS Web Standard, который предоставляет возможности для эффективного управления геоданными, мониторинга состояния экосистем и контроля за туристической активностью с поддержкой до 50 пользователей. Данная конфигурация позволяет своевременно выявлять экологические изменения, обеспечивать актуальность картографических данных и эффективно распределять туристические потоки, минимизируя негативное влияние на природу парка.

Эффективная реализация NextGIS на ООПТ СКФО требует комплексного и поэтапного подхода для настройки системы в соответствии со специфическими требованиями каждой ООПТ (рис. 2).

Первый этап включает сбор информации о каждой территории, формирование технического задания и оценку особенностей, таких как биоразнообразие, туристическая нагрузка и инфраструктура. Специалисты NextGIS разрабатывают на этой основе уникальные решения, подходящие для каждой ООПТ, что позволяет обеспечить высокую точность выполнения задач мониторинга.

На втором этапе выполняется установка серверного и клиентского ПО. В зависимости от выбранного программного обеспечения (Standard, Extended, Enterprise), производится настройка системы для обработки данных и интеграция с необходимыми источниками, такими как спутниковые снимки и кадастровая информация.

Таблица 4.

Программа внедрения «NextGIS»
на ООПТ Северо-Кавказского федерального округа

ООПТ	Рекомендуемое решение	Функционал	Обоснование
Кавказский биосферный заповедник	NextGIS Web Enterprise	Лицензия на два сервера, 3D-модели, полевой сбор данных, мониторинг редких видов	Крупная территория, высокая нагрузка; позволяет эффективно управлять большим объемом данных
Национальный парк «Приэльбрусье»	NextGIS Web Extended	Мониторинг движущихся объектов, полевой сбор данных, работа с 3D-моделями	Средняя территория, активный туризм; подходит для контроля за ледниками и маршрутизацией туристов
Национальный парк «Кисловодский»	NextGIS Web Standard	Мониторинг, учет геоданных, поддержка до 50 пользователей	Средняя территория, культурно-рекреационная зона; базовые функции для мониторинга и управления

Составлено авторами по [11].



Рис. 2. Рекомендуемая программа внедрения Next GIS на ООПТ СКФО

Составлено авторами по [9, 10].

Третий этап направлен на обучение сотрудников, ответственных за работу с NextGIS. Обучение проводится в виде курсов и практических занятий, что позволяет

**ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ОСОБО
ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА С ПОМОЩЬЮ «NEXTGIS»**

пользователям освоить методы работы с геоданными, сбором информации и использованием функциональных возможностей системы.

На четвертом этапе проводится полевое тестирование, которое позволяет проверить работу системы и выявить возможные технические особенности. Тестирование проводится с использованием NextGIS Mobile для синхронизации данных с центральной базой и оценки точности в реальных условиях.

Пятый этап включает интеграцию платформы с существующими системами мониторинга. После тестирования система вводится в эксплуатацию и обеспечивает поддержку дополнительных модулей, таких как мониторинг пожаров, транспортных средств и другие важные для каждого ООПТ функции.

На завершающем этапе NextGIS обеспечивает постоянную поддержку, включая обновления и техническое сопровождение. Специалисты NextGIS помогают с приоритетным исправлением ошибок, анализом данных и обеспечением полной функциональности системы. Внедрение NextGIS на ООПТ СКФО повысит точность экологического мониторинга и снизит затраты на полевые исследования, управление данными и поддержание природных ресурсов. Это позволит значительно улучшить качество охраны природы и повысить устойчивость экосистем Северо-Кавказского федерального округа.

В таблице 5 рассмотрим эффективность и прогнозируемые затраты на внедрение «NextGIS» на ООПТ Северо-Кавказского федерального округа.

Таблица 5.
Эффективность и прогнозируемые затраты на внедрение «NextGIS»
на ООПТ Северо-Кавказского федерального округа

ООПТ	Рекомендуемое решение	Затраты (первый год), тыс. руб.	Затраты (последующие годы), тыс. руб.	Эффективность	Прогнозируемая экономия
Кавказский биосферный заповедник	NextGIS Web Enterprise	2 000	1 000	Точность данных выше на 30%, контроль экосистем	Снижение затрат на обработку данных и на полевые исследования
Национальный парк «Приэльбрусье»	NextGIS Web Extended	600	300	Снижение нагрузки на природу, точность выше на 25%	Экономия на маршрутизации туристов и на восстановление на 15%
Национальный парк «Кисловодский»	NextGIS Web Standard	300	150	Оперативность и точность данных выше на 20%	Снижение затрат на сбор данных, повышение эффективности обслуживания

Составлено авторами по [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение системы NextGIS на особо охраняемых природных территориях Северо-Кавказского федерального округа способствует значительному улучшению экологического мониторинга, повышая точность данных и сокращая затраты на их сбор и обработку. На крупных объектах, таких как Кавказский биосферный заповедник, платформа NextGIS Web Enterprise обеспечивает детальный мониторинг экосистем, включая контроль за редкими видами и туристической активностью. В национальном парке «Приэльбрусье» NextGIS Web Extended позволяет эффективно управлять туристическими маршрутами и отслеживать изменения в природных комплексах. Парк «Кисловодский» использует NextGIS Web Standard для базового мониторинга и контроля потоков посетителей, снижая экологическое воздействие на его территорию.

Поэтапная реализация программы NextGIS — от сбора данных до интеграции и технической поддержки — обеспечивает адаптацию системы под особенности каждой ООПТ, что позволяет оперативно реагировать на изменения в экосистемах. Таким образом, NextGIS не только улучшает управление природоохранными объектами, но и способствует устойчивому развитию и сохранению природных ресурсов Северо-Кавказского округа.

Список литературы

1. Ефимова А.В., Савинова А.Н. Геоинформационное обеспечение развития экологического туризма на особо охраняемых природных территориях РС(Я) (на примере природного парка «Синяя») // География и краеведение в Якутии и регионах России / Мат-лы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Г.Н. Максимова. Якутск, 2024. С. 168–171.
2. Болботунов А.А., Дегтярева Е.В. Оценка состояния окружающей среды на основе комплексного мониторинга радиального прироста хвойных пород ООПТ // Современные технологии в деятельности особо охраняемых природных территорий: геоинформационные системы, дистанционное зондирование земли. Минск, 2015. С. 9–14.
3. Дега Н.С., Онищенко В.В., Байчорова Э.М., Узденов У.Б. Моделирование загрязнения атмосферного воздуха на территории Карачаево-Черкесии // Успехи современного естествознания. 2017. № 7. С. 64–70.
4. Дега Н.С., Онищенко В.В., Шидаков А.К., Логвиненко О.А. Опыт геомоделирования гидрохимической структуры поверхностных вод р. Кубани в Карачаево-Черкесской Республике // Мониторинг. Наука и технологии. 2016. № 2 (27). С. 55–59.
5. Отбоева С.Д., Жалсараева Е.А. Особенности применения геоинформационных систем при экоаудите особо охраняемых природных территорий // Российское предпринимательство. 2016. Т. 17. № 15. С. 1807–1816. DOI: 10.18334/rp.17.15.36404
6. Дебеляя И.Д., Морозова Г.Ю. Разработка структуры ГИС на примере особо охраняемой природной территории местного значения «Парк Динамо» в Хабаровске // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 3 (69). С. 75–80. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.69.003>
7. Терехова М.В. Особенности развития информационного обеспечения для оценки состояния и охраны особо охраняемых природных территорий // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2024. Т. 19. № 8 (235). С. 478–483.
8. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mnr.gov.ru> (дата обращения: 16.12.2024).

ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ОСОБО
ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА С ПОМОЩЬЮ «NEXTGIS»

9. Маквецян А.А. Мониторинг земель особо охраняемых природных территорий // Научные исследования - основа современной инновационной системы / Мат-лы Международной научно-практической конференции. Стерлитамак, 2023. С. 156–158.
10. Онищенко В.В., Дега Н.С., Эдиев А.У., Липилин Д.А. Климатогенная трансформация горно-лесных ассоциаций и вектор устойчивых восстановительных сукцессий // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2022. № 2 (214). С. 74–84. DOI: 10.18522/1026-2237-2022-2-74-84
11. Официальный сайт «NextGIS» // [Электронный ресурс] URL: <https://nextgis.ru> (дата обращения: 16.12.2024).

**ORGANIZATION OF GEOINFORMATION MONITORING IN SPECIALLY
PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF THE NORTH CAUCASUS
FEDERAL DISTRICT USING GEOINFORMATION SYSTEMS**

Dega N. S.¹, Adzhiev R. I.², Uzdenova Kh. I.³

*^{1,2,3}Umar Aliev Karachay-Cherkessia State University, Karachaevsk, Russian Federation
E-mail: ¹dega999@mail.ru, ²atatch@yandex.ru, ³u.halimat@mail.ru*

The article provides a comprehensive study of the conceptual foundations of the use of geographic information systems in the management of specially protected natural areas of the Russian Federation. The relevance of the topic is confirmed both by the scientific interest in the management of specially protected natural areas and the practical need for their integration with modern technologies. The purpose of this study is to substantiate the need and develop recommendations for the phased introduction of geographic information systems for the management of specially protected natural areas of the North Caucasus Federal District. The objectives of the study include: analyzing the current state of application of geographic information systems in Russian specially protected natural areas, studying international experience, identifying the limitations of existing approaches and developing practical solutions for adapting technologies in the region. A systematic approach based on a comprehensive application of regulatory analysis, empirical observations, spatial technologies and economic modeling was used to achieve the goal and achieve the set objectives of the study. This allowed for representative results and provided in-depth study of the problem. At the first stage of the study, a detailed analysis of regulatory documents was carried out, which made it possible to identify the legal and methodological foundations for the use of geographic information systems in the management of specially protected natural areas. The work revealed current practices and key trends in the use of geographic information systems in various specially protected natural areas, with an emphasis on the North Caucasus Federal District. The empirical phase of the study involved data collection and processing using modern geo-information technologies. On the example of three specially protected natural areas of the Caucasian Biosphere Reserve, the Elbrus and Kislovodsky national parks, the spatial characteristics of ecosystems were studied. The study includes the development of a program for the implementation of geographic information systems, adapted to the scale and features of the profile tasks of the protected areas of the region. Particular attention was paid to the analysis of satellite images, digital terrain models and remote sensing data. As a key tool, the NextGIS platform was used, which provides data integration and visualization. An important element of the study was

the study of the cost-effectiveness of the implementation of geographic information systems. The introduction of the NextGIS system in specially protected natural areas of the North Caucasus Federal District contributes to a significant improvement in environmental monitoring, increasing the accuracy of data and reducing the cost of collecting and processing them. The phased implementation of the NextGIS program from data collection to integration and technical support ensures that the system is adapted to the characteristics of each specially protected natural area, which allows you to quickly respond to changes in ecosystems. Thus, NextGIS not only improves the management of environmental facilities, but also contributes to the sustainable development and conservation of natural resources of the North Caucasus District.

Keywords: specially protected natural areas, geoinformation systems, monitoring, North Caucasus Federal District.

References

1. Efimova A.V., Savinova A.N. Geoinformacionnoe obespechenie razvitiya ekologicheskogo turizma na osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah RS(YA) (na primere prirodnogo parka «Sinyaya») // Geografiya i kraevedenie v YAkutii i regionah Rossii (Geoinformational support for the development of ecological tourism in specially protected natural areas of the RS (Z) (on the example of the Sinaya natural park) (Geography and local history in Yakutia and regions of Russia)). All-Russian scientific and practical conference with international participation for G.N. Maksimova 85 anniversary. Yakutsk, 2024. pp. 168–171. (in Russian).
2. Bolbotunov A.A., Degtyareva E.V. Otsenka sostoyaniya okruzhayushchey sredy na osnove kompleksnogo monitoringa radial'nogo prirosta khvoynykh porod OOPT (Assessment of the state of the environment on the basis of comprehensive monitoring of the radial growth of coniferous species of protected areas). Modern technologies in the activities of specially protected natural areas: geographic information systems, remote sensing of the earth. Minsk, 2015. pp. 9–14. (in Russian).
3. Dega N.S., Onishchenko V.V., Baychorova E.M., Uzdenov U.B. Modelirovanie zagryazneniya atmosfernogo vozdukha na territorii Karachaevo-Cherkessii (Modeling of atmospheric air pollution in the territory of Karachay-Cherkessia). Successes of modern natural science. 2017. no. 7. pp. 64–70. (in Russian).
4. Dega N.S., Onishchenko V.V., Shidakov A.K., Logvinenko O.A. Opyt geomodelirovaniya gidrokhimicheskoy struktury poverkhnostnykh vod r. Kubani v Karachaevo-Cherkesskoy Respublike (Experience in geomodeling the hydrochemical structure of surface waters of the Kuban River in the Karachay-Cherkess Republic). Monitoring. Science and technology. 2016. no. 2 (27). pp. 55–59. (in Russian).
5. Otboeva S.D., Zhalsaraeva E.A. Osobennosti primeneniya geoinformatsionnykh sistem pri ekoaudite osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy (Features of the use of geographic information systems in eco-audit of specially protected natural areas). Russian entrepreneurship. 2016. Vol. 17. no. 15. pp. 1807–1816. DOI: 10.18334/rp.17.15.36404 (in Russian).
6. Debelaya I.D., Morozova G.Yu. Razrabotka struktury GIS na primere osobo okhranyaemoy prirodnoy territorii mestnogo znacheniya «Park Dinamo» v Khabarovske (Development of the GIS structure using the example of the specially protected natural area of local importance "Dynamo Park" in Khabarovsk). International Research Journal. 2018. no. 3 (69). pp. 75–80. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.69.003> (in Russian).

7. Terekhova M.V. Osobnosti razvitiya informatsionnogo obespecheniya dlya otsenki sostoyaniya i okhrany osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy (Features of the development of information support for assessing the state and protection of specially protected natural areas). Land management, cadastre and land monitoring. 2024. Vol. 19. no 8 (235). pp. 478–483. (in Russian).
8. Official website of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.mnr.gov.ru> (application: 16.12.2024).
9. Makvetsyan A.A. Monitoring of lands of specially protected natural areas (Scientific research - the basis of the modern innovation system). International scientific and practical conference. Sterlitamak, 2023. pp. 156–158. (in Russian).
10. Onishchenko V.V., Dega N.S., Ediev A.U., Lipilin D.A. Klimatogennaya transformatsiya gornolesnykh assotsiatsiy i vektor ustoychivyykh vosstanovitel'nykh suksessiy (Climatogenic transformation of mountain forest associations and the vector of stable restorative successions). News of higher educational institutions. North Caucasus region. Series: Natural Sciences. 2022. no. 2 (214). pp. 74–84. DOI: 10.18522/1026-2237-2022-2-74-84 (in Russian).
11. Official site "NextGIS" [Elektronnyj resurs]. URL: <https://nextgis.ru> (application: 16.12.2024).

Поступила в редакцию 19.02.2025 г.

УДК 911.3

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ МАССОВЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Стрельцова Я. А.¹, Петров Ю. В.²

*^{1,2}Тюменский государственный университет, Тюмень, Российская Федерация
E-mail: ¹y.streltsova.sas@gmail.com, ²petrov19811201@gmail.com*

В работе представлены результаты систематизации экологических параметров проведения массовых общественных мероприятий для формирования методики оценки экологизации его проведения. В качестве составляющих рассмотрены составляющие возможные для учёта процессы мероприятия: потребление электроэнергии, питание, транспортировка участников. Для сопоставимости показателей авторами выполнено приведение показателей к оценке совокупных выбросов парниковых газов, которые рассчитываются по распространённым международным практикам с выходом на определённые значения выброса парниковых газов. В качестве меры оценки эффективности предложена двоичная система — удовлетворительная либо неудовлетворительная степень экологизации массового общественного мероприятия, в зависимости от соотношения депонирования парниковых газов с их эмиссией в рамках реализации всех мероприятий, включая постсобытийную компенсацию.

Ключевые слова: массовые общественные мероприятия, экологический след, углеродный след, экологизация мероприятия, эмиссия парниковых газов, депонирование парниковых газов.

ВВЕДЕНИЕ

Организация и проведение массовых мероприятий приводит к негативному воздействию на окружающую среду, как в части непосредственных негативных воздействий на ландшафты принимающей стороны, так и в части сопутствующих экологических ущербов от выбора транспорта и логистического плеча участников [1, 2]. Так как частота проведения мероприятий возрастает по мере необходимости коммуникационных взаимодействий в организации экономической устойчивости, то и соответствующее регламентирование их экологических аспектов на основе объективных региональных оценок является востребованной процедурой [3]. Внедрение соответствующих регламентаций позволяет организаторам избежать репутационных рисков, а также изначально задать модель организации мероприятий.

Цель исследования — разработка методики по оценке экологизации мероприятия на основе расчёта выбросов парниковых газов. Для достижения поставленной цели сформулированы задачи: 1) систематизация имеющихся методов; 2) выбор сочетания инструментов для включения в методику.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалами исследования послужили обобщённые сводные геоэкологические показатели проведения массовых мероприятий в г. Тюмени. Ответственным организатором выступала «Росмолодёжь», соответственно, легитимные характеристики приемлемы для широкой аудитории и территории представления. Выполнена систематизация сведений по имеющимся методикам, используемым при организации оценок экологической эффективности массовых мероприятий. Под массовыми мероприятиями, исходя из разъяснений МЧС РФ, понимается «мероприятие, проводимое по согласованию с органами местного самоуправления,

определённое по месту проведения, времени и количеству участников, от 50-ти и более человек, объединённых единством целей, интересов и потребностей политического, спортивного либо культурно- зрелищного, религиозного и иного характера» [4].

Методы исследования: сравнительный, сопоставительный, геоэкологического позиционирования, ландшафтно-экологического информационного обеспечения. В основе формируемых предложений ориентация на ландшафтный приоритет, а также сформировавшийся экологический баланс в определённой локации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Распространённым практическим направлением для оценки экологизации мероприятий выступает выбор подхода расчёта экологического следа, то есть ориентация на оценку выбросов парниковых газов. Например, футбольный клуб «Манчестер Сити» осуществляет подсчёт, основываясь на данные об инфраструктуре места проведения матча, о способе передвижения, о выборе питания, о количестве и характеристиках по образовавшимся отходам [5], т.е. в разрезе трёх основных фаз: подготовка, реализация мероприятия, демонтаж [6]. При большей детализации применяется дифференциация по 9 категориям [7]:

- местоположение;
- энергия;
- водные ресурсы;
- питание;
- раздаточная продукция;
- материалы;
- поездки внутри мероприятия;
- управление отходами;
- опрос участников мероприятия об экологической составляющей мероприятия.

Для анализа необходимых областей расчёта выбросов парниковых газов определим виды деятельности на мероприятии в сопоставлении с природными средами, выступающими сферами воздействия (табл. 1). Виды деятельности выбраны с учётом возможности организаторов мероприятия систематизировать данные для расчёта выбросов парниковых газов. Проводимые в г. Тюмени мероприятия показательны для учёта обширной географии участников с уральской, сибирской частей страны, с центрального федерального округа, что определяется логистическими направлениями. При формировании локальных групп региональных участников целесообразно учитывать наименьшее совокупное расстояние, которое придётся преодолевать участникам.

Для последовательности отражения методических разделов отразим выделенные сопоставленные виды деятельности. Каждая позиция соотносится с зарекомендовавшими себя практиками, включая ориентацию на тюменские мероприятия.

Транспорт

Транспортировка участников и грузов рассчитывается по методу, основанному на потреблении топлива в приказе Минприроды России от 27.05.2022 №371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов». Плотность топлива определяется по лабораторным испытаниям или в расчёт берутся заданные стандартные значения.

Таблица 1.

Виды деятельности для учёта выбросов парниковых газов

Сфера воздействия	Вид деятельности
Атмосферный воздух	Транспортировка участников авто-, авиа- и железнодорожным транспортом; доставка продуктов питания, иных грузов
Почвы	Обращение с отходами производства и потребления, компостирование
Поверхностные и подземные воды	Использование питьевой и технической воды
Растительный и животный мир	Питание
Недра	Использование топлива и электроэнергии

Составлено авторами по [8].

Для автомобильного и железнодорожного транспорта расчёт по формуле:

$$E_{CO_2y} = \sum (FC_{j,b,y} \times EF_{j,b}), \quad (1)$$

где E_{CO_2y} — выбросы углекислого газа от сжигания топлива в двигателях за период y , $FC_{j,b,y}$ — расход топлива вида j транспортным средством типа b за период y , $EF_{j,b}$ — коэффициент выбросов углекислого газа при использовании в транспортном средстве типа b вида топлива j , j — вид топлива (бензин, дизельное топливо, сжиженные нефтяной и природный газы); b — тип транспортного средства (грузовой, пассажирский, легковой — для автомобильного транспорта; тепловозы, паровозы, вагоны пассажирские локомотивной тяги, рельсовые автобусы, автомотрисы, специальный самоходный подвижной состав — для железнодорожного транспорта).

Для воздушного транспорта расчёт по формуле:

$$E_{CO_2,y} = \sum_{j,b,y} (FC_{DOM/INTj,y} \times EF_j), \quad (2)$$

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ МАССОВЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

где $E_{CO_2,y}$ — выбросы углекислого газа от сжигания топлива в двигателях воздушных судов от внутренних (DOM) и международных (INT) полетов за период y , $(FC_{DOM/INTj,y}$ — расход топлива вида j за период y , j — вид топлива (Jet-A/Jet-A1, AvGas, Jet-B), EF_j — значение коэффициента преобразования топлива.

Обращение с отходами

Для расчёта выбросов парниковых газов от обращения с отходами учитываем два вида обращения с отходами: утилизация - компостирование, переработка; захоронение на полигоне. Для определения выбросов парниковых газов *при захоронении* использовать данные расчётов (табл. 2) Аналогично рассчитано сокращение выбросов парниковых газов от переработки отходов: стекло, бумага, металлы, текстиль, пластик и продукты питания [8].

Таблица 2.

Среднегодовые выбросы парниковых газов и ожидаемый эффект от снижения выбросов от различных видов обращения с твёрдыми коммунальными отходами (ТКО)

Тип	Выбросы, гг.	Тонн на тонну ТКО
Полигоны	201	1,21
Переработка захоронённых ТКО	-314	-1,89
Общая экономия выбросов от переработки захоронённых ТКО	-515	-3,09

Составлено авторами по [9].

Выбросы парниковых газов от компостирования отходов рассчитываются по методу на потреблении топлива в приказе Минприроды России от 27.05.2022 №371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов»:

$$\text{Выбросы } CH_4 = \sum(BW_j \times EF_j) \times 10^{-3} - R, \quad (3)$$

где выбросы CH_4 — общее количество выбросов CH_4 от биологической переработки отходов; BW_j — масса органических отходов, подвергшихся переработке в соответствии с ее типом j ; EF_j — коэффициент выбросов для типа переработки j ; j — тип биологической переработки: компостирование или анаэробное сбраживание; R — общее количество рекуперированного CH_4 .

$$\text{Выбросы } N_2O = \sum(BW_j \times EF_j) \times 10^{-3}, \quad (4)$$

где выбросы N_2O — общее количество выбросов N_2O от биологической переработки отходов; BW_j — масса органических отходов, подвергшихся

биологической обработке в соответствии с её типом j ; EF_j – коэффициент выбросов для переработки типа j ; j — тип биологической переработки: компостирование или анаэробное сбраживание.

Электричество

Для расчёта парниковых выбросов от использования электричества используется приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 июня 2017 года №330 «Об утверждении методических указаний по количественному определению объема косвенных энергетических выбросов парниковых газов». Региональный метод основан на применении средних коэффициентов выбросов, рассчитанных для конкретной региональной энергосистемы. Рыночный метод используется при наличии двусторонних договоров купли-продажи электроэнергии или при работе на розничных рынках, при этом применяются коэффициенты выбросов, указанные в договорах или сертификатах возобновляемых источников энергии (ВИЭ)-генерации.

Соответственно, при организации массовых мероприятия необходима чёткая инвентаризация используемых источников энергии. В связи с неравномерностью использования каждого из источников нужно соответствующий учёт времени работы, либо добровольный отказ от использования определённых источников в угоду выбора сбалансированной нагрузки.

Питание

Организация питания на массовых мероприятиях не всегда относится к зоне ответственности организаторов. Но, в силу того, что участники автономно всё равно вынуждены будут организовать самостоятельные приёмы пищи, для баланса целесообразно закладывать организаторам и формирование питания. В этом случае, даже при отсутствии финансирования общего питания, за счёт рекомендаций внутри существующей локации, сбора сформировавшихся отходов с обеденной зоны можно управлять процессом и его оптимизацией, которые в дальнейшем могут участниками быть смоделированы в своей территориальной общественной системе. Для расчёта парниковых выбросов от питания на мероприятии учитывается и рацион питания, соответственно, оптимальным будет сведение к общему знаменателю, то есть приведение к единому рациону для всех участников.

По аналогии с другими подсчётами, также закладываем соотношение объёма потреблённой продукции с коэффициентами эмиссии CO_2 :

$$E_{CO_2} = \sum(M_i \times EF_i), \quad (5)$$

где, E_{CO_2} — объём выбросов парниковых газов; M_i — масса потреблённого продукта; EF_i — коэффициент эмиссии для продукта. Расчёт основан на выбросах CO_2 от полной цепочки поставки продуктов питания [10]. Для сопоставления измерения продуктов приведены в килограммы (табл. 3).

Таким образом, в рамках сопоставления всех процессов мероприятия, задан ключевой параметр эффективности при оценке экологичности мероприятия – значение выбросов парниковых газов. Соотношение значений к наилучшему сочетанию достижения организационных целей при пороге выброса парниковых газов обеспечивает грань эффективности. Каждое мероприятие закладывается с пороговыми организационными и экологическими целями, по итогам которых производится оценка эффективности.

Таблица 3.

Выбросы углекислого газа от продуктов питания

Продукт	Единицы измерения	Средние выбросы (кг СО ₂ -экв./кг) для единиц измерения оригинала	Средние выбросы (кг СО ₂ -экв./кг) на кг продукта
Говядина	100 грамм белка	50	120
Баранина	100 грамм белка	20	50
Свинина	100 грамм белка	7,6	20,5
Курица	100 грамм белка	5,7	15,4
Рыба (фермерская)	100 грамм белка	6	13,2
Яйца	100 грамм белка	4,2	5,5
Сыр	100 грамм белка	11	27,5
Рис	1000 ккал	1,2	0,2
Пшеница/хлеб	1000 ккал	0,6	0,1
Зерновые	100 грамм белка	2,7	0,2
Помидоры	1 кг	2,1	2,1
Картофель	1000 ккал	0,6	0,5
Овощи (корнеплоды)	1 кг	0,4	0,4
Фрукты (яблоки, цитрусовые)	1кг	0,4	0,4
Молоко	1 л	3,2	3,3

Составлено авторами по [10].

Таким образом, в рамках сопоставления всех процессов мероприятия, задан ключевой параметр эффективности при оценке экологичности мероприятия — значение выбросов парниковых газов. Соотношение значений к наилучшему сочетанию достижения организационных целей при пороге выброса парниковых газов обеспечивает грань эффективности. Каждое мероприятие закладывается с пороговыми организационными и экологическими целями, по итогам которых производится оценка эффективности. Насколько получившиеся организационные цели отвечают снижению объёмов парниковых выбросов — этот резолюционный вопрос отвечает выбору:

— необходимости проведения мероприятия в очном формате (при высоких показателях парниковых выбросов отказ от проведения мероприятия становится обоснованным);

— формата организации (очный, гибридный, заочный);

— локации проведения мероприятия (равноудалённая площадка, место наибольшей концентрации участников, место наилучшей организации экологичности мероприятий и т.п.);

— управления проведением мероприятия, которое включает в себя учёт не только организационных целей тематической конференции, но и закладывание на всех стадиях процесса [6] соответствующего мониторинга с возможностью внесения корректив.

В связи с тем, что для достижения объективной оценки необходимо понимание критериев, предлагаем ориентироваться на двоичную систему: удовлетворительная и неудовлетворительная степень экологичности. Порогом выступает достижение экологического баланса, когда компенсированы все последствия экологического следа мероприятия. Депонирование соотносено с эмиссией парниковых газов, вызванных проведением массового мероприятия, либо превышает её. В дальнейшем, исходя из необходимости полной компенсации, можно дополнять группировки оценки в зависимости от кратности превышения депонирования над эмиссией. Одним из доступных направлений для организаторов уже сегодня является организация лесоклиматических проектов, сюда же можно отнести и проведение лесовосстановительных работ, как в границах лесного фонда РФ, так и в границах городских лесов [11], наиболее доступных для внедрения сопутствующих мероприятий. Исходя из наличия общедоступных электронных сервисов, обеспечивающих расчёт необходимой лесоклиматической компенсации, посадка нескольких десятков деревьев вполне компенсирует углеродный след массового мероприятия, в привязке к определённой природной зоне. Соответственно, ещё на уровне планирования мероприятия целесообразно просчитать размер компенсационных мероприятий с последующим мониторингом достижения поставленной цели в долгосрочном периоде. В этом случае полный комплекс мероприятий, включая финансовую сторону организации, позволяет получать итоговую стоимость поставленных для мероприятия целей. В этом случае прогнозируется уменьшение дежурных мероприятий, которые не позволяют получать приемлемых организационных целей, но имеют существенные экологические издержки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, представленные систематизированные позиции по методике оценки экологизации массовых общественных мероприятий отражают рабочий функционал для управления. На уровне планирования возможно закладывание экологических параметров, которые имеют верифицированные параметры учёта. Последующее отслеживание фактического воплощения экологического планирования, а также постсобытийный длительный мониторинг полученного эффекта позволяют давать оценки, а также принимать управленческие корректировочные действия.

Приведение всех сторон к определённым объективным значениям по приведённым к экологическому следу показателям позволяет оперировать на уровне

планирования выбором оптимальных форм организации мероприятия. Соответствующий выбор единого общего знаменателя через оценку выбросов парниковых газов позволяет в дальнейшем вводить градацию для достижения наилучших показателей — с переходом от двоичной системы оценивания (удовлетворительная и неудовлетворительная степень экологизации массового общественного мероприятия) к лучшим практикам, в зависимости от кратности компенсации эмиссии парниковых газов.

Список литературы

1. Борисов В.Н. Транспортно-географическая экспертиза культурно-массовых мероприятий в городе Чита // *Успехи современного естествознания*. 2024. № 10. С. 23–30. DOI: 10.17513/use.38313
2. Лебедева Т.В. Оценка влияния видов экономической деятельности на экологическое состояние Оренбургской области // *Вопросы степеведения*. 2024. № 1. С. 32–47. DOI: 10.24412/2712-8628-2024-1-32-47
3. Синельников Б.М., Михайленко В. И. Решающие факторы развития социально-экономического развития Кавказских Минеральных Вод до 2020 года // *Успехи современного естествознания*. 2007. № 12. С. 204–207.
4. Письмо МЧС РФ от 24.07.2014 №14-7-3135 «О направлении Методических рекомендаций по организации совместной работы территориальных органов МЧС России, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления по обеспечению безопасности участников фестивалей и других мероприятий с массовым пребыванием людей.
5. Collins A., Flynn A. Measuring the environmental sustainability of a major sporting event: A case study of the FA Cup Final. *Tourism Economics*. 2008. Vol. 14. No. 4. Pp. 751–768. DOI: 10.5367/000000008786440120
6. Parkes O., Lettieri P., Bogle D. Defining a quantitative framework for evaluation and optimisation of the environmental impacts of mega-event projects. *Journal of environmental management*. 2016. Vol. 167. Pp. 236–245. DOI: 10.1016/j.jenvman.2015.11.009
7. Boggia A., Massei G., Paolotti L., Rocchi L., Schiavi F. A model for measuring the environmental sustainability of events. *Journal of Environmental Management*. 2017. Vol. 206. Pp. 836–845. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.11.057
8. Брехунцов А.М., Петров Ю.В. Систематизация сведений по природно-ресурсному потенциалу Ямало-Ненецкого автономного округа для устойчивого развития // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология*. 2023. Т. 9. № 1. С. 17–32.
9. Ключникова Е.М., Орлов А.Н., Корппоо А.М. Индустрия переработки твердых коммунальных отходов на пути к "зеленому" росту // *ЭКО*. 2022. № 8(578). С. 67–88. DOI: 10.30680/ЕСО0131-7652-2022-8-67-88
10. Poore J., Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*. 2018. Vol. 360. No. 6392. Pp. 987–992. DOI: 10.1126/science.aag0216
11. Кузнецов М., Никишова М., Стеценко А. Перспектива инвестирования в лесоклиматические проекты в России // *Экономическая политика*. 2022. Т. 17. № 5. С. 26–53. DOI 10.18288/1994-5124-2022-5-26-53

GREENING OF MASS PUBLIC EVENTS

Streltsova Ya. A.¹, Petrov Yu. V.²

^{1,2} University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation

E-mail: ¹ y.streltsova.sas@gmail.com, ² petrov19811201@gmail.com

The purpose of the study is to develop a methodology for assessing the greening of an event based on the calculation of greenhouse gas emissions. To achieve this goal, the tasks are formulated: 1) systematization of available methods; 2) selection of a combination of tools to be included in the methodology.

The research materials were generalized summary geoecological indicators of mass events in Tyumen. Rosmolodezh acted as the responsible organizer, and accordingly, legitimate characteristics are acceptable to a wide audience and the territory of the performance. The information was systematized according to the available methods used in the organization of assessments of the environmental effectiveness of mass events.

Research methods: comparative, comparative, geoecological positioning, landscape and ecological information support. The proposals are based on a focus on landscape priority, as well as an established ecological balance in a particular location.

Thus, as part of a comparison of all the processes of the event, a key efficiency parameter is set in assessing the environmental friendliness of the event — the value of greenhouse gas emissions. The ratio of values to the best combination of achieving organizational goals at the threshold of greenhouse gas emissions provides the edge of efficiency. Each event is set with threshold organizational and environmental goals, which are used to evaluate effectiveness. To what extent the resulting organizational goals meet the reduction of greenhouse emissions is a crucial question:

- the need to hold an event in a face-to-face format (with high greenhouse gas emissions, the refusal to hold an event becomes justified);
- organization format (full-time, hybrid, correspondence);
- locations of the event (equidistant site, the place of the greatest concentration of participants, the place of the best organization of environmental friendliness of events, etc.);
- event management, which includes taking into account not only the organizational goals of the thematic conference, but also the establishment of appropriate monitoring at all stages of the process with the possibility of making adjustments.

Due to the fact that in order to achieve an objective assessment, it is necessary to understand the criteria, we suggest focusing on a binary system: a satisfactory and unsatisfactory degree of environmental friendliness. The threshold is the achievement of ecological balance, when all the consequences of the ecological footprint of the event are compensated. The deposit is correlated with or exceeds the greenhouse gas emissions caused by the mass event. In the future, based on the need for full compensation, it is possible to supplement the assessment groupings depending on the multiplicity of excess of deposit over issue. One of the available areas for organizers today is the organization of forest-climatic projects, this can also include reforestation, both within the boundaries of the forest fund of the Russian Federation and within the boundaries of urban forests [10], the most accessible for the implementation of related activities. Based on the availability of publicly available electronic services that provide the calculation of the necessary forest-climatic compensation, the planting of

several dozen trees fully compensates for the carbon footprint of a mass event, in relation to a specific natural area. Accordingly, even at the event planning level, it is advisable to calculate the amount of compensation measures with subsequent monitoring of the achievement of the set goal in the long term. In this case, the full range of activities, including the financial side of the organization, allows you to get the total cost of the goals set for the event. In this case, it is predicted that there will be a decrease in on-duty activities that do not achieve acceptable organizational goals, but have significant environmental costs.

Keywords: mass public events, ecological footprint, carbon footprint, greening events, greenhouse gas emissions, greenhouse gas deposition.

References

1. Borisov V.N. Transportno-geograficheskaja jekspertiza kul'turno-massovyh meroprijatij v gorode Chita. *Uspеhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2024. No. 10. pp. 23–30. DOI 10.17513/use.38313. (in Russian).
2. Lebedeva T.V. Ocenka vlijaniya vidov jekonomicheskoy dejatel'nosti na jekologicheskoe sostojanie Orenburgskoj oblasti. *Voprosy stepevedeniya*. 2024. No. 1. pp. 32–47. DOI 10.24412/2712-8628-2024-1-32–47. (in Russian).
3. Sinelnikov B.M., Mihailenko V.I. Reshajushhie faktory razvitija social'no-jekonomicheskogo razvitija Kavkazskih Mineral'nyh Vod do 2020 goda. *Uspеhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2007. No. 12. pp. 204–207 (in Russian).
4. Pis'mo MCHS RF ot 24.07.2014 №14-7-3135 «O napravlenii Metodicheskikh rekomendacij po organizacii sovместnoj raboty territorial'nyh organov MCHS Rossii, organov ispolnitel'noj vlasti sub"ektov Rossijskoj Federacii i organov mestnogo samoupravleniya po obespecheniyu bezopasnosti uchastnikov festivalej i drugih meroprijatij s massovym prebyvaniem lyudej. (in Russian).
5. Collins A., Flynn A. Measuring the environmental sustainability of a major sporting event: A case study of the FA Cup Final. *Tourism Economics*. 2008. Vol. 14. No.4. pp. 751–768. DOI:10.5367/000000008786440120
6. Parkes O., Lettieri P., Bogle D. Defining a quantitative framework for evaluation and optimisation of the environmental impacts of mega-event projects. *Journal of environmental management*. 2016. Vol. 167. pp. 236–245. DOI: 10.1016/j.jenvman.2015.11.009
7. Boggia A., Massei G., Paolotti L., Rocchi L., Schiavi F. A model for measuring the environmental sustainability of events. *Journal of Environmental Management*. 2017. Vol. 206. pp. 836–845. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.11.057
8. Brekhuntsov A.M., Petrov Yu. V. Sistematizacija svedenij po prirodno-resursnomu potencialu Jamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga dlja ustojchivogo razvitija // *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologija*. 2023. Vol. 9. No. 1. pp. 17–32.
9. Klyuchnikova E.M., Orlov A.N., Korppoo A.M. Industrija pererabotki tverdyh kommunal'nyh othodov na puti k "zelenomu" rostu. *JeKO*. 2022. No. 8(578). pp. 67–88. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2022-8-67-88 (in Russian).
10. Poore J., Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*. 2018. Vol. 360. No. 6392. pp. 987–992. DOI: 10.1126/science.aag0216
11. Kuznetsov M., Nikishova M., Stetsenko A. Perspektiva investirovanija v lesoklimaticheskie proekty v Rossii. *Jekonomicheskaja politika*. 2022. Vol. 17. No. 5. pp. 26–53. DOI 10.18288/1994-5124-2022-5-26-53. (in Russian).

Поступила в редакцию 02.05.2025 г.

РАЗДЕЛ 4.
ГЕОЛОГИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 624.139

**АРКТИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО С ПРИМЕНЕНИЕМ
МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ**

Иванов К. С.

*Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН, Тюмень,
Российская Федерация
E-mail: sillicium@bk.ru*

Рассмотрена проблема строительства отапливаемых малоэтажных зданий в Арктике. Предложен экологически безопасный способ, который не требует ведения земляных работ в криолитозоне и не нарушает естественный растительный покров. Отапливаемое здание монтируется на платформе, представляющей собой металлический каркас с уложенной поверх теплоизоляционной подушкой, при этом платформа может проветриваться только в холодное время года. Тепловое взаимодействие многолетнемёрзлого основания и отапливаемого здания на платформе было исследовано с помощью компьютерного моделирования. Предложенный способ исключает образование сезонно талого слоя в основании здания и обеспечивается круглогодичное сохранение грунта в мёрзлом состоянии, что существенно повышает несущую способность и позволяет увеличивать этажность зданий. Материалом для теплоизоляции платформы служит гранулированная пеностеклокерамика, получаемая на базе широко распространённого в арктических регионах сырья: опал-кристобалитовых и цеолитовых пород. Снижение транспортных расходов, исключение применения земляных работ и сезонных охлаждающих устройств существенно удешевляет строительство, способствует сохранению криолитозоны, ландшафтов и арктических экосистем.

Ключевые слова: многолетнемёрзлый грунт, теплоизоляционный материал, строительство, малоэтажные здания.

ВВЕДЕНИЕ

Многолетнемёрзлые грунты распространены почти на 60% территории нашей страны, в связи с чем был накоплен широкий инженерный опыт строительства отапливаемых зданий на мерзлоте. В отечественной и зарубежной практике в строительстве на мерзлоте наибольшее применение нашли сезонно-охлаждающие устройства (СОУ) и проветриваемые подполья [1, 2], необходимые для обеспечения требуемой несущей способности основания за счёт сохранения в мёрзлом состоянии.

Арктический вектор развития государственной экономики бросает новые вызовы технологиям строительства в криолитозоне. К основным недостаткам традиционных мер относят: нарушение почвенно-растительного слоя, погружение конструкций в мёрзлый грунт и невозможность их демонтажа, существенное удорожание строительства, применение спецтехники, нанесение непоправимого вреда окружающей среде.

Известной альтернативой проветриваемому подполью на свайном фундаменте является платформа в виде пространственного металлического или деревянного каркаса [3, 4]. Платформа равномерно передаёт нагрузку от сооружения к основанию

через множественные точки опоры, являясь одновременно проветриваемым подпольем. Однако, данное инженерное решение имеет следующие недостатки:

1) каркас проветривается круглогодично, включая тёплое время года;

2) зимой каркас заносится снегом, что препятствует охлаждению грунта основания.

В результате процесс охлаждения основания становится неуправляемым и труднопрогнозируемым. Для повышения эффективности проветривания может применяться изоляция подполья от внешней среды, например, с помощью теплоизоляционных стеновых панелей [1]. Наличие в панелях специальных окон позволяет управлять режимом проветривания и регулировать температуру грунта в основании сооружения.

Перечисленные методы и их недостатки свидетельствуют в пользу применения пространственного каркаса в малоэтажном строительстве на мерзлоте взамен свайного фундамента и СОУ. Однако, вопрос выбора теплоизоляционного материала для ограждения каркаса-платформы до сих пор остаётся открытым. На удалённых за тысячи километров арктических территориях эта проблема особенно актуальна и может быть решена только завозом традиционных утеплителей.

Тем не менее, за последние 10 лет были разработаны новые технологии синтеза теплоизоляционных материалов на базе опал-кристобалитовых и цеолитовых пород [2, 5, 6, 7, 8], география месторождений которых прослеживается почти во всех арктических регионах страны [9, 10]. Речь идёт о гранулированном неорганическом материале пористого строения, называемом пеностеклокерамикой. Благодаря высокой прочности при сжатии (до 1,5–2,5 МПа), гидрофобности и низкой теплопроводности (0,07–0,15 Вт/(м·°С)), гранулированная пеностеклокерамика уже нашла широкое применение в транспортном и гидротехническом строительстве в Северных регионах [11, 12]. В гражданском строительстве в условиях Арктики гранулированная пеностеклокерамика может применяться для изготовления стеновых ограждающих конструкций зданий: блоков, плит, панелей, а также теплоизоляционной подушки в основании сооружений [2, 13].

Расширение номенклатуры и сырьевой базы теплоизоляционных материалов позволит: снизить транспортные расходы, удешевить строительство за счёт исключения свайного фундамента и СОУ, сделать арктическое строительство рациональным и безопасным для окружающей среды. Помимо того, что производство материала может быть локализовано на месте его применения в арктических регионах, материал обладает огромными преимуществами: пожаробезопасностью и высокой прочностью при сжатии.

Как известно, широкое применение пенополистирола в гражданском строительстве ограничивается пожарной безопасностью зданий. В тоже время минераловатные плиты относятся к негорючим материалам, однако их применение недопустимо в конструкциях, воспринимающих внешние нагрузки. Из-за высокой сжимаемости применение минераловатных утеплителей ограничивается самонесущими конструкциями: например, сэндвич-панелями.

В этой связи, гранулированная пеностеклокерамика является наиболее перспективным теплоизолятором для платформы-каркаса. Уже сегодня с помощью

современных средств компьютерного моделирования представляется возможным исследовать тепловое взаимодействие мёрзлого основания с возводимым по предлагаемой технологии отапливаемым зданием. Цель исследований заключалась в оценке эффективности предлагаемого технического решения и рисков эксплуатации отапливаемых зданий на изолированной платформе в условиях Арктики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить глубину оттаивания основания здания на изолированной платформе и риски его эксплуатации в течение всего срока службы позволяет прогнозный расчёт. Тепловое взаимодействие с многолетнемёрзлым основанием моделировалось с применением современного численного метода решения уравнения нестационарной теплопроводности [2].

Климатические характеристики, обоснование географического расположения участка строительства здания, основные свойства грунта основания, граничные и начальные условия моделирования представлены в исследовании автора [14]. Объектом моделирования является жилое отапливаемое здание в виде эллипсоида (вытянутого купола), что сокращает потери тепла через стены за счёт минимизации поверхности контакта с окружающей средой. Поперечный разрез здания-эллипсоида с внутренним радиусом 4 м схематично изображён на рис. 1.

В исследовании предлагается использовать плоскую расчётную схему т.к. осесимметричность здания позволяет решать задачу нахождения температурного поля основания в одной полуплоскости, ограниченной осью симметрии. В этой связи длина эллипсоида должна превышать радиус в 10 раз, что позволит пренебречь тепловым воздействием торцов здания. В расчёте допускалось, что температурное поле в поперечном профиле основания сохраняет одинаковый характер по всей длине здания, что справедливо при расчёте температурных полей таких линейных сооружений как трубопровод, автомобильная дорога и т.п. С учётом принятых размеров внутренняя площадь здания составляет 306 м².

Здание установлено на металлическом пространственном каркасе 6 (рис. 1) высотой 0,5 м, поверх которого уложена теплоизоляция из гранулированной пеностеклокерамики. Толщина слоя изоляции была принята равной 0,5 м, что соответствует территориальному нормативному значению термического сопротивления перекрытий над неотапливаемыми подпольями жилых зданий: 5,5 м·°С/Вт [15]. С целью минимизации бокового воздействия дневной поверхности, края теплоизоляции с каждой стороны здания были увеличены на 1 м (рис. 1).

Гранулированная пеностеклокерамика укладывается на раскатанный рулонный геосинтетический материал. Завернутые друг на друга края рулонного материала образуют водонепроницаемый теплоизоляционный мат соответствующей толщины и длины, пол в помещении устраивается по поверхности мата. Гранулы имеют следующие характеристики: фракция 5–20 мм, расчётный коэффициент эффективной теплопроводности 0,09 Вт/(м·°С), плотность в сыпучем состоянии 280 кг/м³, прочность при сжатии 1,8 МПа, удельная теплоёмкость 260 кДж/(м·°С).

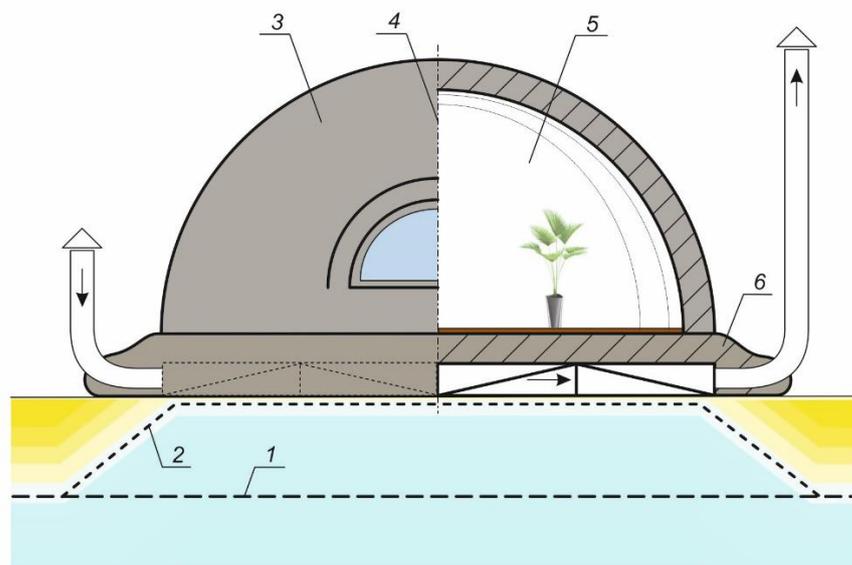


Рис. 1. Поперечный разрез здания-эллипсоида:

1 и 2 — Естественное и теоретическое положение ВГММГ; 3 — Ограждающая конструкция здания; 4 — ось симметрии; 5 — Жилое пространство здания; 6 — Теплоизолированная платформа-каркас. Стрелками указано направление потока воздуха.

Теплоизолированная платформа 6 на рис. 1 имеет вентиляционные окна, расположенные с каждой стороны эллипсоида вдоль оси здания с шагом 4 м. Вентиляция платформы осуществляется за счёт разницы высоты расположения соединённых с окнами воздухопроводов, что создаёт естественный поток воздуха для охлаждения основания зимой, в тёплое время года воздухопроводы перекрыты.

Вентилируемые каналы доказали свою эффективность в транспортных сооружениях на мерзлоте: автодорогах и нефтепроводах [16-18]. Охлаждающий эффект зависит от температуры и скорости потока воздуха в платформе-каркасе, последняя может быть увеличена такими мерами как: ориентируемый по направлению ветра фланец на выпускном воздуховоде [19], принудительная вентиляция с помощью канальных вентиляторов и т.п. Возможна автоматизация процесса поддержания заданной температуры в подполье за счёт регулирования скорости потока воздуха и проходного сечения каналов (дресселирования). Такой подход даёт возможность сделать процесс охлаждения основания управляемым и прогнозируемым, а эксплуатацию безаварийной.

В исследованиях рассматривалось два температурных режима эксплуатации платформы-каркаса: с учётом вентиляции и без, табл. 1. Без учёта вентиляции платформа-каркас рассматривалась как изолированная от атмосферы воздушная полость, а температура воздуха в платформе принималась по данным натурных наблюдений и климатических данных района строительства [1, 14].

Расчётная температура воздуха

Наименование	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VI	VII	IX	X	XI	XII
Среднемесячная температура наружного воздуха, °С	-23,8	-20,8	-14,7	-5,7	-0,2	12,2	16,3	12,0	6,2	-3,5	-16,6	-20,9
Температура воздуха в платформе-каркасе без учёта вентиляции, °С	-7,1	-5,2	-0,8	-0,6	4,5	5,0	7,3	8,6	9,9	6,2	0,5	-6,3
Тоже с учётом вентиляции, °С	-10	-10	-7	-0,6	4,5	5,0	7,3	8,6	9,9	-0,5	-10	-10

*Серым выделены значения в режиме вентиляции платформы-каркаса.

Составлено автором.

В режиме вентиляции принимался диаметр воздуховодов вентиляционных окон равный 0,3 м, скорость потока воздуха — 0,8 м/с (на основании опыта эксплуатации [18, 19]). С 1 апреля по 30 сентября вентиляция платформы исключалась, температура воздуха приравнивалась значениям для режима без вентиляции, а в наиболее холодные месяцы (с ноября по март) — данным табл. 1. Как показали предварительные расчёты, более низкая температура воздуха в платформе-каркасе резко увеличивает потери тепла в здании через пол, что не оправдано экономически.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании динамики температурного поля основания определялась граница раздела грунта на мёрзлый и талый, характеризуемая положением ВГММГ на конец сентября — начало октября. В этот период глубина сезонного оттаивания основания достигает максимального значения. Зная температуру каждого грунтового блока в расчётной области (температурное поле), эту границу можно визуализировать изотермой начала замерзания грунта [14].

Изменение положения ВГММГ под воздействием отапливаемого здания представлено на рис. 2. Здание смонтировано на теплоизоляционной подушке из гранулированной пеностеклокерамики высотой 1 м, которая не имеет проветриваемого каркаса. Эксплуатация такого здания приводит к постепенному понижению ВГММГ, положение которого через 2 года и 10 лет достигает глубины соответственно 1 и 2,9 м под осью симметрии. Результатом оттаивания слабонесущего грунта может стать потеря основанием несущей способности и

деформация здания. В этой связи дальнейшие численные эксперименты проводились с учётом влияния платформы-каркаса.

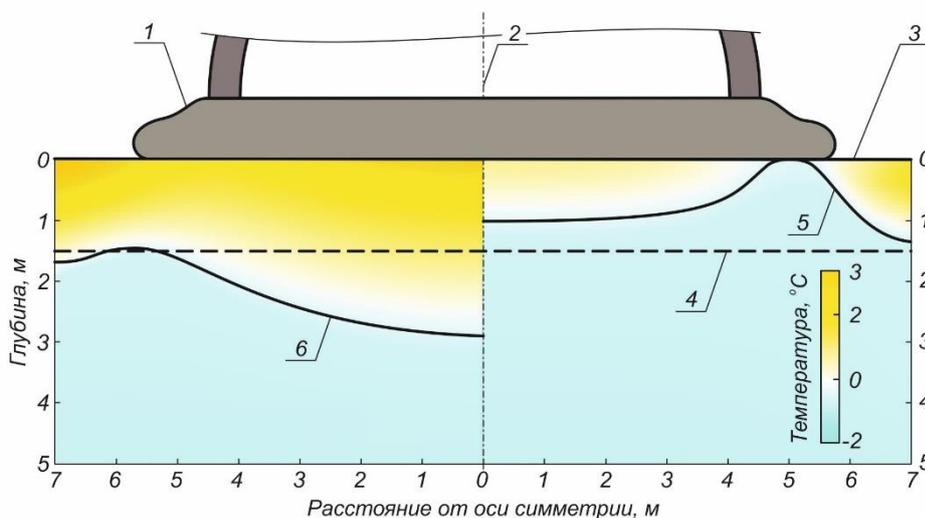


Рис. 2. Динамика температурного поля основания отапливаемого здания на теплоизоляционной подушке:

1 — теплоизоляционная подушка; 2 — ось симметрии; 3 — дневная поверхность; 4, 5 и 6 — положение ВГММГ до начала строительства, через 2 года и 10 лет.

Составлено автором.

На рис. 3 представлена динамика ВГММГ для здания на теплоизолированной платформе без учёта её вентиляции (проветривания). В сравнении с исходной конструкцией на рис. 2, температура грунта непосредственно под зданием увеличивается на 1 °С, что свидетельствует об отрицательном влиянии изолированной воздушной полости. Картина ВГММГ свидетельствует об изменении положения глубины, которая через 2 года и 10 лет достигает 1,4 и 2,5 м соответственно.

Таким образом, принятый в табл. 1 температурный режим (без учёта вентиляции) не отвечает требованию сохранения основания в мёрзлом состоянии для принятой конструкции платформы, что свидетельствует о необходимости снизить температуру воздуха внутри платформы. Как уже отмечалось выше, этому может способствовать вентиляция платформы в зимний период, в связи с чем в дальнейшем использовались температурные значения табл. 1 с учётом вентиляции.

Эффективность применения вентиляции платформы (естественной, либо принудительной) в зимний период отмечается на рис. 4. Результаты моделирования теплового взаимодействия здания с многолетнемёрзлым основанием свидетельствуют о наибольшем приближении ВГММГ к подошве здания. Так, положение ВГММГ через 2 года достигает глубины 0,5 м и сохраняется неизменным

в течение 30 лет эксплуатации. Сравнивая с динамикой температурного поля основания на рис. 2 и 3 за 10 лет, этот показатель ниже в 5,8 и 4,8 раза соответственно.

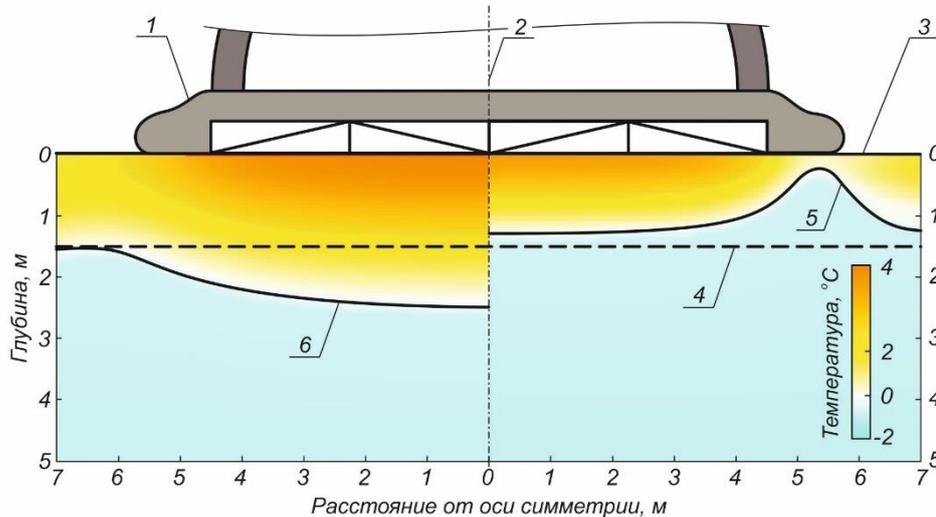


Рис. 3. Отапливаемое здание на теплоизолированной платформе:
 1 — платформа-каркас; 2 — ось симметрии; 3 — дневная поверхность; 4, 5 и 6 —
 положение ВГММГ до начала строительства, через 2 года и 10 лет.

Составлено автором.

Как показали дальнейшие расчёты, полностью исключить сезонное оттаивание основания позволяет принятый режим вентиляции с покрытием поверхности грунта внутри платформы слоем гранулированной пеностеклокерамики толщиной 0,15 м. Таким образом, наибольшей эффективностью обладает платформа-каркас с вентилируемой полостью, которая изолирована также и от грунта.

К недостатку предлагаемой технологии строительства на мерзлоте следует отнести ограничение внутренней ширины здания 8 метрами. Проветривание каркаса большей ширины, по-видимому, потребует усложнения системы вентиляции за счёт механического побуждения, увеличения числа каналов и т.д., что является предметом отдельного исследования. Однако, ограничение ширины компенсируется площадью здания, которая будет определяться длиной, т.к. по форме здание приближено к линейному сооружению. В результате полезная площадь будет зависеть от длины здания, которое может принимать также форму дуги, спирали и т.п., в зависимости от плана территории застройки.

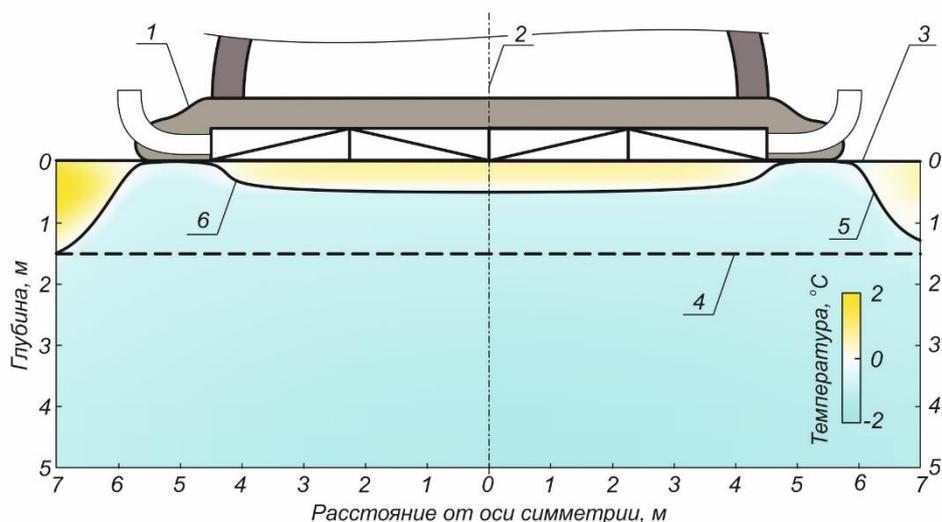


Рис. 4. Отапливаемое здание на теплоизолированной и вентилируемой платформе:
1 — платформа-каркас; 2 — ось симметрии; 3 — дневная поверхность; 4, 5 и 6 —
положение ВГММГ до начала строительства, через 2 года и 30 лет.

Составлено автором.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Максимальной эффективностью обладает техническое решение, включающее вентилируемый в зимний период каркас, изолированный от окружающей среды и грунта слоем из гранулированной пеностеклокерамики. Конструкция позволяет полностью исключить сезонное оттаивание основания, снизив риск эксплуатации отапливаемого здания в криолитозоне, существенно повысив его несущую способность. Технология имеет перспективу увеличения этажности строительства отапливаемых зданий. По истечении срока эксплуатации здания, вентилируемая конструкция может быть демонтирована без нанесения вреда окружающей среде, тогда как перенос и демонтаж традиционных конструкций (свайных фундаментов и СОУ) невозможен.

В отличие от традиционных методов предложенная технология не нарушает ландшафт криолитозоны и естественный растительный покров в связи с исключением земляных работ. Применение технологии способствует удешевлению и рационализации строительства малоэтажных зданий в Арктике.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена институтом криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FWRZ-2021-0007).

Список литературы

1. Корнилов Т.А., Никифоров А.Я., Сивцев М.А. Прогнозирование состояния мёрзлого основания здания на свайном фундаменте с регулируемым температурным режимом подполья // Основания, фундаменты и механика грунтов, 2021, № 2, с. 27–31.
2. Мельников В.П., Мельникова А.А., Аникин Г.В., Иванов К.С. Инженерные решения в строительстве на вечной мерзлоте в плане повышения энергоэффективности сооружений // Криосфера Земли, 2014, т. XVIII, № 3, с. 82–90.
3. Inzhutov I., Zhadanov V., Melnikov P., Amelchugov S. Buildings and constructions on the base of timber for the Arctic regions // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 110. Article No. 01089.
4. Vangool W.J. Mechanical foundation system for new and retrofit construction. 6th International Structural Specialty Conference. Fredericton. Canada. 2018. pp. 27–35.
5. Makarov D.V., Manakova N.K., Suvorova O.V. Production of rock-based foam-glass materials (review). Class and Ceramics. 2023. 79. P. 411–416.
6. Yatsenko E.A., Goltsman B.M., Klimova L.V., Yatsenko L.A. Peculiarities of foam glass synthesis from natural silica-containing raw materials // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2020. 142. pp.119–127.
7. Goltsman B.M., Yatsenko L.A., Goltsman N.S. Production of foam glass materials from silicate raw materials by hydrate mechanism. Solid State Phenomena. 2020. 299. pp.293–298.
8. Erofeev V.T., Rodin A.I., Kravchuk A.S., Kaznacheev S.V., Zaharova E.A. Biostable silicic rock-based glass ceramic foams. Magazine of Civil Engineering. 2018. 84(8). pp. 48–56.
9. Астапов А.П., Боровский В.В., Воронин А.С. Северо-Тюменская субпровинция кристобалит-опаловых пород – уникальная минерально-сырьевая база Западно-Сибирского промышленного комплекса // Вестник недропользователя. 2004. № 14.
10. Колодезников К.Е. Цеолитоносные провинции востока Сибирской платформы. Новосибирск, Наука, 2003. 204 с.
11. СП 313.1325800.2017. Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты. Правила проектирования и строительства. Москва, Стандартинформ, 2018. 74 с.
12. Мельников В.П., Коротков Е.А., Иванов К.С., Шехтман Е.В., Дашинимаев З.Б., Сигачев Н.П., Клочков Я.М. Утепление железобетонных конструкций для пропуска дренажных вод на Забайкальской дороге // Путь и путевое хозяйство. 2017. № 7. с. 13–15.
13. Мельников В.П., Мельникова А.А., Иванов К.С. Применение гранулированной пеностеклокерамики в арктическом строительстве малоэтажных зданий. Арктика: экология и экономика. 2022. №2. С. 271–280.
14. Иванов К.С. Влияние теплоизоляционной подушки на температурный режим основания малоэтажного здания в криолитозоне // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология, 2023. Том 9 (75). № 3. С. 117–129.
15. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Москва, ФЦС, 2012. 120 с.
16. Cheng G., Sun Z., Niu F. Application of the roadbed cooling approach in Qinghai–Tibet railway engineering. Cold Regions Science and Technology. 2008. 53. pp. 241–258.
17. Cao, Y.; Li, G.; Wu, G.; Chen, D.; Gao, K.; Tang, L.; Jia, H.; Che, F. Proposal of a New Method for Controlling the Thaw of Permafrost around the China–Russia Crude Oil Pipeline and a Preliminary Study of Its Ventilation Capacity. Water. 2021. 13. 2908.
18. Coulombe S., Fortier D., Stephani E. Using Air Convection Ducts to Control Permafrost Degradation Under Road Infrastructure: Beaver Creek Experimental Site, Yukon, Canada. 15th International Conference on Cold Regions Engineering. Canada, Quebec, 2012.
19. Пат. 2792466 РФ. Автономное охлаждающее устройство. Устьян Н.А. Заявл. 08.11.2022; опублик. 22.03.2023. Бюл. № 9.

ARCTIC CONSTRUCTION USING LOCAL RAW MATERIALS

Ivanov K. S.

*Institute of the Earth Cryosphere, Tyumen Scientific Center of Siberian Branch RAS, Tyumen,
Russian Federation
E-mail: sillicium@bk.ru*

The problem of construction of heated low-rise buildings in the Arctic is considered. An environmentally friendly method is proposed that does not require excavation work in the permafrost and does not disturb the natural vegetation. The heated building is mounted on a platform, which is a metal frame with a heat-insulating cushion laid on top, while the platform can be ventilated only in the cold season. Granulated foam glass ceramics, obtained from raw materials widely distributed in the Arctic regions: opal-cristobalite and zeolite rocks, is used for thermal insulation of the platform. Thermal interaction of the permafrost base and the heated building on the platform using computer modeling was studied. The disadvantage of the proposed permafrost construction technology is the limitation of the internal width of the building to 8 meters. Ventilation of a wider frame will apparently require a more complex ventilation system due to mechanical inducement, an increase in the number of channels, etc., which is the subject of a separate study. However, the width limitation is compensated by the area of the building, which will be determined by the length, since the shape of the building is close to a linear structure. As a result, the usable area will depend on the length of the building, which can also take the form of an arc, a spiral, etc., depending on the plan of the development area. The proposed method eliminates the formation of a seasonally thawed layer in the base of the building and ensures year-round preservation of the soil in a frozen state, as a result the bearing capacity of the base and number of storeys of buildings are increased. The ventilated structure can be dismantled at the end of the building's service life, without harming the environment, while the transfer and dismantling of traditional structures as pile foundations and seasonal cooling devices is impossible. Due to this method transportation and construction costs are reduced, excavation work and seasonal cooling devices are eliminated, the permafrost, landscape and arctic ecosystems are preserved.

Keywords: permafrost soil, thermal insulation material, construction, low-rise buildings.

References

1. Kornilov T.A., Nikiforov A.YA., Sivtsev M.A. Prognozirovaniye sostoyaniya merzlogo osnovaniya zdaniya na svaynom fundamente s reguliruyemym temperaturnym rezhimom podpolya. Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov, 2021, no. 2, pp. 27–31.
2. Melnikov V.P., Anikin G.V., Spasennikova K.A., Ivanov K.S. Engineering solutions for building on permafrost in perspective energy-efficient enhancement. Earth's Cryosphere, 2014, vol. 18(3), pp. 82–90
3. Inzhutov I., Zhadanov V., Melnikov P., Amelchugov S. Buildings and constructions on the base of timber for the Arctic regions // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 110. Article No. 01089.
4. Vangool W.J. Mechanical foundation system for new and retrofit construction. 6th International Structural Specialty Conference. Fredericton. Canada. 2018. pp. 27–35.
5. Makarov D.V., Manakova N.K., Suvorova O.V. Production of rock-based foam-glass materials (review). Class and Ceramics, 2023, vol. 79. pp. 411–416.

6. Yatsenko E.A. Goltsman B.M. Klimova L.V. Yatsenko L.A Peculiarities of foam glass synthesis from natural silica containing raw materials. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2020. vol. 142. pp. 119–127.
7. Goltsman B.M., Yatsenko L.A., Goltsman N.S. Production of foam glass materials from silicate raw materials by hydrate mechanism. *Solid State Phenomena*. 2020. vol. 299. pp. 293–298.
8. Erofeev V.T., Rodin A.I., Kravchuk A.S., Kaznacheev S.V., Zaharova E.A. Biostable silicic rock-based glass ceramic foams. *Magazine of Civil Engineering*, 2018. vol. 84(8). pp. 48–56.
9. Astapov A.P., Borovskiy V.V., Voronin A.S. Severo-Tyumenskaya subprovintsiya kristobalit-opalovykh porod – unikalnaya mineralno-syryevaya baza Zapadno-Sibirskogo promyshlennogo kompleksa (The North Tyumen subprovince of cristobalite-opal rocks is a unique mineral resource base of the West Siberian industrial complex). *Vestnik nedropolzovatelya*. 2004. no. 14 (in Russian).
10. Kolodeznikov K.E. Tseolitonosnyye provintsiy vostoka Sibirskoy platformy (Zeolite-bearing provinces of the east of the Siberian Platform). Novosibirsk: Nauka. 2003, 204 p. (in Russian).
11. SP 313.1325800.2017. Dorogi avtomobilnyye v rayonakh vечноy merzloty. Pravila proyektirovaniya i stroitel'stva (Automobile roads in permafrost regions. Design and construction rules). Moscow: Standartinform. 2018, 74 p. (in Russian).
12. Melnikov V.P., Korotkov Y.A., Ivanov K.S., Shekhtman Y.V., Dashinimayev Z.B., Sigachev N.P., Klochkov Y.M. Utepleniye zhelezobetonnykh konstruksiy dlya propuska drenaznykh vod na Zabaykalskoy doroge . Put' i putevoye khozyaystvo. 2017. no. 7. pp. 13–15.
13. Melnikov V.P., Melnikova A.A., Ivanov K.S. The use of granular foam-glass ceramic in the arctic construction of low-rise buildings. *Arktika: Ekologiya i Ekonomika*. 2022. vol. 12(2). pp. 271–280.
14. Ivanov K.S. Vliyaniye teploizolyatsionnoy podushki na temperaturnyy rezhim fundamenta maloetazhnogo zdaniya v kriolitozone. *Uchenyye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya*. 2023, no. 3. pp. 117–129.
15. SP 25.13330.2012. Osnovaniya i fundamenty na vечноmerzlykh gruntakh (Bases and foundations on permafrost soils). Moscow: FTSS, 2012. 120 p, (in Russian).
16. Cheng G., Sun Z., Niu F. Application of the roadbed cooling approach in Qinghai–Tibet railway engineering. *Cold Regions Science and Technology*. 2008. vol. 53. pp. 241–258.
17. Cao, Y.; Li, G.; Wu, G.; Chen, D.; Gao, K.; Tang, L.; Jia, H.; Che, F. Proposal of a new method for controlling the thaw of permafrost around the China–Russia crude oil pipeline and a preliminary study of its ventilation capacity. *Water*, 2021. vol. 13. p. 2908.
18. Coulombe S., Fortier D., Stephani E. Using air convection ducts to control permafrost degradation under road infrastructure: Beaver Creek experimental site, Yukon, Canada. 15th International Conference on Cold Regions Engineering, Canada, Quebec, 2012.
19. Pat. 2792466 RF. Avtonomnoye okhlazhdayushcheye ustroystvo (Autonomous cooling device). Ustyan N.A. Zayavl. 08. 11.2022; № 9.

Поступила в редакцию 23.09.2025 г.

УДК 549 (447.9)

МИНЕРАЛЫ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ И ИСКУССТВЕННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК КРЫМА

Тищенко А. И.

*Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Российская
Федерация
E-mail: TischenkoAlex@rambler.ru*

В предлагаемой статье приведены краткая характеристика минералов, известных в естественных карстовых полостях и искусственных горных выработках Крыма. Обобщены новые данные о минералах искусственных полостей Крыма.

Ключевые слова: минералы природных пещер, минералы искусственных горных выработок, барит, гипс, кальцит; кварц, тенардит.

ВВЕДЕНИЕ

Минералогия естественных карстовых полостей и искусственных горных выработок включает в себя разные направления: диагностика минералов в различных генетических типах отложений, рассмотрение источников материала для минералообразования, изучение способов образования минералов, определение условий и последовательности образования минералов и минеральных ансамблей, минералогическая палеохронология и палеотермометрия, изучение минералов пещер как полезных ископаемых.

На страницах журнала «Спелеология и карстология» нами был дан обзор минералогической изученности естественных карстовых полостей Крыма [1]. Некоторые новые материалы по этому направлению исследований были опубликованы в нашей монографии [2]. В упомянутых выше работах была использована как обширная опубликованная литература, привести которую в рамках статьи просто невозможно, так и данные собственных полевых наблюдений и инструментальных минералогических исследований.

На наш взгляд, целесообразно дать современный обзор таким минералам. Кроме того, уместность этой работы вызвана открытием в июне 2018 г. пещеры «Таврида» и изучением её весьма интересной минералогии [3], а также еще не описанных находок минералов в искусственных горных выработках Крыма, минералогия которых на полуострове практически не изучена.

МИНЕРАЛЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ КРЫМА (СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ)

В естественных карстовых пещерах встречаются различные генетические типы отложений, рассмотрение особенностей минералогии которых не входит в рамки предлагаемой статьи.

Элементы (металлы), силициды

Минералы этого класса известны только в составе водных механических (кластогенных) отложений пещер Крыма. Здесь они являются терригенными минералами и находки их единичны.

Так, **самородное железо** Fe в виде магнитного пластинчатого зерна стального-серого цвета размером до 0.04 мм найдено в шахте Бездонная (Чатырдагский карстовый район).

Самородный свинец Pb упомянут в единичных зернах в составе тяжелой фракции глинистого заполнителя ряда карстовых пещер Горного Крыма.

Единичные зерна **самородного золота** Au (ярко-желтые окатанные зерна размером до 0.2 мм) отмечены в пещере Красная (Долгоруковский карстовый район).

Пластинчатые остроугольные зерна **муассанита** SiC голубовато-зеленого цвета размером до 0.2 мм найдены в пещерах Красная, Насонова (Ай-Петринский карстовый район), Мисхорская (Ай-Петринский карстовый район) и шахте Бездонная.

Халькогениды

Предположительно **антимонит** Sb_2S_3 в виде единичного микроскопического зерна найден в кварц-карбонатной корке из пещеры Таврская (Предгорный Крым). Качественный электронно-зондовый анализ показал наличие в его составе только сурьмы и серы.

Редки находки в составе водных механических отложений пещер Крыма **галенита** PbS (пещера Красная), **марказита** FeS_2 и **пирита** FeS_2 (пещеры Долгоруковского карстового районе — Провал и Красная), **сфалерита** ZnS (пещеры Мисхорская, Красная), **киновари** HgS (пещеры Провал, Красная, Мисхорская). Минералы обычно образуют в разной степени окатанные зерна и обломки кристаллов размером до 0.5 мм матово-серого (галенит), буровато-красного и красного (киноварь), светло-коричневого (сфалерит), светло-желтого (пирит) и зеленовато-желтого (марказит) цвета.

Галогениды

Сильвин KCl диагностирован в Коровьем гроте (Предгорный Крым), в составе рыхлого материала, окаймляющего гётитовые агрегаты на контакте верхнемеловых мергелей. В пещере Таврида (Предгорный Крым) сильвин как акцессорный минерал отмечен в составе эвапорационных гипсовых кор в ассоциации с целестином, баритом, арканитом, опалом.

Флюорит CaF_2 в виде единичных угловатых и полуокатанных зерен, от бесцветных до темно-фиолетовых, размером до 0.5 мм найден в тяжелой фракции водных механических отложений ряда пещер Горного Крыма — Бездонная, Ени-Сала-III (Долгоруковский карстовый район), Красная, Мисхорская, Скульская (Ай-Петринский карстовый район).

Оксиды, гидроксиды

Только в тяжелой фракции водных механических отложений ряда карстовых пещер Горного Крыма, как терригенные минералы, встречены **анатаз** TiO_2 , **брукит** TiO_2 , **ильменит** $Fe^{2+}TiO_3$, **касситерит** SnO, **корунд** Al_2O_3 , **магнетит** $Fe^{2+}Fe^{3+}_2O_4$, **рутил** TiO_2 , **хромит** $Fe^{2+}Cr_2O_4$ (Красная, Джур-Джур), **шпинель** $MgAl_2O_4$ (Провал).

МИНЕРАЛЫ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ И ИСКУССТВЕННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК КРЫМА

Химически не изученные **хромшпинелиды** известны в тяжелой фракции песчано-глинистого заполнителя пещеры Мраморная (Чатырдагский карстовый район). Размер зерен и кристаллов упомянутых минералов — до 1 мм.

Единичные зерна брукита имеют таблитчатую форму и темно-бурый цвет, анатаза — округлую форму и светло-голубоватый цвет, касситерита - округлую форму и серовато-коричневый цвет.

Ильменит встречен в виде уплощенных зерен неправильной формы черного и серого цвета с сильным металлическим блеском, находки ограненных таблитчатых кристаллов единичны. Измененные (частично лейкоксенизированные) кристаллы ильменита имеют тусклый блеск.

Рутил образует блестящие или шероховатые удлиненные до игольчатых, или неправильной формы зерна желтоватого, желтовато-бурого и красного цвета.

Лейкоксен (микросталлические полиминеральные псевдоморфозы по Ti-содержащим минералам) относительно обычен в тяжелой фракции водных механических отложений ряда карстовых пещер Горного Крыма — Нссонова, Мисхорская, Провал, Красная, Джур-Джур (Демерджийский карстовый район), Монастырь-Чокрак. В шахте Бездонная содержание лейкоксена достигает 2 %, он образует окатанные, уплощенные зерна неправильной формы размером до 0.2 мм коричневого, желтоватого или белого цвета с шероховатой или, реже, блестящей поверхностью.

Аллоитогенный **магнетит** $Fe^{2+}Fe^{3+}_2O_4$ распространен в тяжелой фракции водных механических отложений пещер Горного Крыма. Как правило, он образует сильно магнитные зерна размером до 1 мм неправильной формы. Зерна часто покрыты пленками гётита. В пещере Мраморная встречены псевдоморфозы гематита по магнетиту (т.н. мартит).

В качестве аутигенных минералов в составе водных механических отложений пещер Крыма отмечен **гематит** Fe_2O_3 и **пирролюзит** MnO_2 .

В пещере-источнике Сюдюрлю-Коба (Ай-Петринский карстовый район) гематит встречен в виде хлопьевидных агрегатов в жильном кальците и тонких буровато-красных корок на поверхности верхнеюрских известняков.

В шахте Каскадная (Ай-Петринский карстовый район), на глубине ~350 м найдены мелкокристаллические корки пирролюзита, в пустотах которых наблюдались его же мелкие призматические мозаично-блочные кристаллы размером до 2 мм.

Кварц SiO_2 обычен в составе легкой фракции водных механических отложений всех карстовых пещер Горного Крыма.

Ряд оксидов известны также и в составе вторичных минеральных образований. Так, **кварц** установлен в составе кальцитовых натечных образований пещеры Мраморная при их рентгенометрическом изучении. В пещере Таврида обычны хорошо ограненные микросталлы кварца в агрегатах гётита и тодорокита. **Кристаллит** SiO_2 в пещере Змеиная (Предгорный Крым) определен в составе полиминеральных (кальцит, сепиолит, кристаллит) образований. Небольшая примесь **тридимита** SiO_2 установлена при рентгенометрическом изучении кальцитовых натечных залов Идолов и Дублянского пещеры Эмине-Баир-Хосар (Чатырдагский карстовый район).

Вторичный **опал** $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ в пещере Таврида найден в составе ячеисто-пористых гипсовых кор с целестином, где минерал образует микросферолитовые корки на кристаллах гипса.

В пещере Таврида эпигенетическая оксидно-марганцевая минерализация представлена обычным **тодорокитом** $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{K}, \text{Ba}, \text{Sr})_{1-x}(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Al})_6\text{O}_{12} \cdot 3-4\text{H}_2\text{O}$ и очень редким **рансьеитом** $(\text{Ca}, \text{Mn}^{2+})_{0.2}(\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{3+})\text{O}_2 \cdot 0.6\text{H}_2\text{O}$.

Тодорокит слагает разные по виду макроскопические агрегаты - черные коры и примазки на стенах пещеры, сажисто-черные агрегаты на поверхности кристаллов фреатического кальцита. Агрегаты тодорокита характеризуются широким микроморфологическим разнообразием. Массивные черные образования представлены агрегатами ограненных (видимо, аутигенных) кристаллов кварца, которые покрыты тонкими корками тодорокита, сложенными розетковидными агрегатами микропластинчатых индивидов. Микропластинчатое строение демонстрирует тодорокит и в дендритоподобных обрастаниях кварцевых зёрен в рыхлых отложениях пещеры.

В черных порошковатых включениях со стен пещеры тодорокит представлен агрегатами ячеисто-сотового строения. На этих агрегатах обильно встречаются нитчатые микробные маты неустановленной принадлежности, что позволяет предположить определенную роль микроорганизмов в окислении марганца.

Рансьеит известен в виде микропластинчатых агрегатов в корках гидроксилпатита.

Псилоделан (общий термин для плотной, черной полиминеральной смеси оксидов марганца) входит в состав налетов, примазок и черных корочек, устанавливаемых на стенах обводненных пещер в зоне сезонных колебаний уровней воды, также в смеси с вадом, иллитом и кальцитом образует плотные, блестящие, тонкие (до 0.3 мм) налеты на поверхности и внутри гуров — натечных плотин в карстовых пещерах Горного Крыма.

Участками окрашивает спелеотемы (сталактиты, сталагмиты и др.) карстовых полостей Горного Крыма в черный цвет. Черная окраска спелеотем была отмечена в пещере Узунджа, наблюдалась нами в пещерах Кизил-Коба, Мраморная, Эмине-Баир-Хосар.

Гётит $\text{FeO}(\text{OH})$ является главным минералом «гидроксидов железа», которые обычны в составе тяжелой фракции водных механических отложений пещер Горного Крыма, и здесь наблюдаются в виде зерен неправильной формы и землистых агрегатов бурого цвета, пленок на зернах кварца и магнетита.

С гипогенным спелеогенезом связано развитие корок гётита в небольших закарстованных трещинах в палеоценовых известняках горы Бурундук-Кая (Белогорский район) и среднеэоценовых нуммулитовых известняках, разрабатываемых карьерами у с. Пролом (Белогорский район).

В пещере Таврида гётит широко распространен. Полистадийный микрокристаллический плотный или концентрически-зональный гётит выполняет трубообразные пустоты во вмещающих пещеру нуммулитовых известняках среднего эоцена. Отпрепарированные концентрически-зональные «трубы» гётита имеют вид

МИНЕРАЛЫ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ И ИСКУССТВЕННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК КРЫМА

своеобразных «занавесей» на стенах пещеры. Гётит ассоциирует с кварцем, образующем сростки хорошо огранённых кристаллов размером до 10 микрон.

Карбонаты

Арагонит CaCO_3 редко упоминается в пещерах Крыма, что, вероятно, связано с трудностью визуального его отличия от широко распространенного кальцита.

Исключением являются нижние галереи пещеры Эмине-Баир-Хосар, где арагонит развит очень широко. Здесь исследователями выделено три его генерации — сталактиты, длиной до 10 метров, образованные сетью кристаллов арагонита размером до 10 см, радиально-лучистые и т.н. «стекловидные» агрегаты. Здесь же, при рентгенометрическом изучении некоторых кристаллов арагонита, в качестве примеси в них отмечены **гидромагнезит** $\text{Mg}_5(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и **моногидрокальцит** $\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

В пещере Мраморная участками стенки и натечные формы покрыты пушистым налетом в виде тонких игольчатых (до 15 мм) кристаллов арагонита.

Доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ упомянут без какой-либо диагностической характеристики как один из минералов натечных форм в пещерах Горного Крыма. Включения ромбоэдрических микрокристаллов доломита отмечены в кальците, выполняющем закарстованные трещины в известняках г. Бор-Кая (Предгорный Крым). Железистый доломит (? — анкерит) установлен в виде мелкокристаллических агрегатов или красноватых кристаллов размером около 2 мм на кристаллах арагонита в нижних галереях пещеры Эмине-Баир-Хосар. Вероятно, доломитом являются желтоватые, слегка изогнутые ромбоэдрические кристаллы, нарастающие на кальцит в пещере Ованес-Кош-Коба (Ялтинский карстовый район).

Кальцит CaCO_3 является главным минералом водно-хемогенных отложений карстовых полостей Предгорного и Горного Крыма.

Рентгенометрические анализы различных по форме и окраске натеков из пещеры Змеиная, Красная и Эмине-Баир-Хосар показали их кальцитовый состав с небольшой примесью кристобалита (Змеиная и Эмине-Баир-Хосар) и сепиолита (Змеиная).

Жильный кальцит и кристаллы кальцита, в т.ч. и исландского шпата, известен в карстовой шахте «Ход Конём» (Долгоруковский карстовый район). Здесь друзы и одиночные кристаллы кальцита размером до 15 см найдены в глинистом заполнителе расширенного и закарстованного участка вертикальной трещины на глубине 85 м. Кристаллы кальцита бесцветные до светло-серых, поверхность граней шероховатая, отдельные грани в значительной степени корродированные. На кристаллах развиты грани скаленоэдра, призмы и, реже, ромбоэдров {21-31}, {40-41}, {10-11}. Отдельные кристаллы sdвойникованы по призме [10-10] или пинакоиду [0001], встречены также сложные, комбинированные двойники с одновременным двойникованием по пинакоиду и призме. Кристаллы зональные, что хорошо заметно на сколах по чередованию сероватых и бесцветных тонких полосок. Температура образования кристаллов исландского шпата оценивается в 50 - 76⁰С.

В пещере-источнике Ени-Сала-III (Долгоруковский карстовый район) известны выступающие над поверхностью стен отпрепарированные кальцитовые жилы, поверхность жильного кальцита корродированна, местами покрыта остаточной глиной, оксидами марганца или карбонатными натеками. Кристаллы кальцита слабо

люминесцируют в светло-голубых и синих цветах; температура гомогенизации в них колеблется от 40 до 120⁰С; возраст их образования оценивается как позднемеловой - раннеплиоценовый.

На стенках ходов 4-го этажа ближней части пещеры Красная и в пещере Ени-Сала-II (Долгоруковский карстовый район) известны скелетные формы кристаллов кальцита размером до 7 см, предполагается субэвральный генезис таких кристаллов из холодных (до 20⁰С) растворов.

Кристаллы исландского шпата известны также в шахтах-понорах Гвоздецкого (Карабийский карстовый район) на глубине 170 м и Молодёжной (Карабийский карстовый район) на глубине 200 м.

В т.н. «Нижнем Баире» пещеры Эмине-Баир-Хосар кальцит образует друзы скаленоэдрических, ромбоэдрических и таблитчатых кристаллы разного размера, отмечены и двойниковые кристаллы.

В пещере Таврида встречен кальцит нескольких морфологических типов: а) срастания остроромбоэдрических микрокристаллов кальцита в ассоциации с целестином в сахаровидном гипсе; б) гидроксилпатит-кальцитовые коры во фреатических куполах, где кальцит образует друзовые корки, нарастающие на гидроксилпатит; в) игольчато-волокнустый кальцит, который найден в виде прожилков в глинистом заполнителе из зоны кавернозности над пещерой; г) сферолитовые агрегаты размером до 2 см молочно-белого цвета на стенке восходящего канала во вмещающих пещеру известняках; д) кальцитовые коры с гипсом в каналах приповерхностной зоны кавернозности.

Тончайшие кальцитовые коры отмечены на стенах пещер на горе Беш-Кош (Предгорный Крым). Кальцитовый состав водных земогенных отложений указан и для пещеры Таврская.

Субаквальные (фреатические) зональные покровы кальцита встречены в нескольких пещерах Предгорного Крыма — Таврской, Подарочной, Беш-Кош, Таврида. Их толщина колеблется от 5 до 60 см, сложены они параллельно-шестоватым кальцитом коричневого цвета. Возраст их оценивается в 260 — 417 тыс. лет. Кальцит также выполняет закарстованные трещины (г. Бор-Кая). Субаквальные коры фреатического кальцита известны в гипогенных карстовых пещерах Беш-Кош-2, Беш-Кош-3 и Беш-Кош-4, приуроченных к дат-инкерманским известнякам (палеоцен); нуммулитовых известняках среднего эоцена в долине р. Салгир (парк «Салгирка») и Малый Салгир в окрестностях Симферополя. Для фреатического кальцита залов Перестройки, Розового и Балконного (пещера Мраморная) температура образования оценивается в 80– 60⁰С.

Кальцитовые оолиты и пизолиты обнаружены в 26 карстовых полостях Горного Крыма. В слабопроточных ванночках, где перемешивание воды происходит при падении капель, оолиты имеют овальную форму с шероховатой поверхностью, их размер достигает 11 мм. В проточных ванночках, где перемешивание воды связано с движением струй инфильтрационных вод, оолиты имеют сферическую форму с гладкой поверхностью, их размер достигает 12 мм. Пизолиты формируются в закарстованных трещинах при изменчивом гидродинамическом режиме. Оолиты и пизолиты концентрически-зональны, толщина микрослоев составляет 0.02–0.03 мм в

МИНЕРАЛЫ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ И ИСКУССТВЕННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК КРЫМА

среднем, число слоев изменяется от 60 – 70 в пизолитах размером до 6 мм до 180–200 в крупных пизолитах.

Своеобразное образование, имеющее название «горное молоко», «лунное молоко», «мондмилх» (Mondmilch) известно в ряде карстовых пещер Горного и Предгорного Крыма – Кара-Мурза (Карабийский карстовый район), Крымская (Карабийский карстовый район), Згиз-Тинах-I (Карабийский карстовый район), Палласа (Ай-Петринский карстовый район), Таврида. «Горное молоко» состоит из слабосцементированных микроскопических иголок, вытянутых пластинок и дендритовидных кристаллов размером от долей до сотен микронов. Микроморфология кристаллов «горного молока» указывает, по-видимому, на довольно быстрый рост из пересыщенных бикарбонатом кальция водных растворов. Оптические и рентгенометрические исследования показывают кальцитовую природу «горного молока».

Предположительно, к параморфозам кальцита по **фатериту** CaCO_3 (гекс.) отнесены пуховидные, хлопьевидные и спутано-волокнистые массы белого цвета, которые обнаружены в шахте Бездонная. Кальцитовый состав таких образований подтверждается данными оптического и рентгенометрического изучения.

Малахит $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ как редкий аллотипенный минерал отмечен в глинистом заполнителе карстовых пещер Горного Крыма.

Сидерит FeCO_3 в пещерах Горного Крыма отмечен как аутигенный минерал глинистого заполнителя. В некоторых разрезах в нижней части костеносных отложений пещеры Таврида выделяется горизонт, обогащенный тонкозернистым сидеритом с примесями **витерита** BaCO_3 и доломита. Наличие сидерита указывает на аноксичные восстановительные условия, существовавшие в отложениях, а обогащение нижних горизонтов может трактоваться через действие сорбционного и щелочного геохимических барьеров, действующего на контакте с нижележащими песчанисто-алевритовыми отложениями.

Сульфаты

Арканит $\text{K}_2(\text{SO}_4)$ обнаружен в пещере Таврида в составе эвапорационных гипсовых кор в ассоциации с целестином, баритом, сильвином, опалом.

Афтиталит $\text{K}_3\text{Na}(\text{SO}_4)_2$ и **сингенит** $\text{K}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ установлены в Коровьем гроте, в составе рыхлого материала, окаймляющего гётитовые агрегаты на контакте верхнемеловых мергелей и эоценовых известняков. Афтиталит представлен срастаниями разноориентированных таблитчатых кристаллов размером около 0.01 мм. Для сингенита характерны пинакоидальные и призматические кристаллы размером до 0.03 мм.

Барит $\text{Ba}(\text{SO}_4)$ как аутигенный минерал отмечен в тяжелой фракции глинистого заполнителя пещер Красная, Провал и Джур-Джур.

В пещере Таврида барит в виде сноповидно-расщепленных индивидов размером до 10 микрон установлен в составе пластичных карбонатных отложений на стенах пещеры. Микропластинчатые агрегаты барита отмечены в пористых агрегатах гётита, выполняющих гипогенные карстовые каналы в эоценовых известняках (карьеры у сел Пролом и Некрасово, Белогорский район).

Натриярозит $\text{NaFe}^{3+}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ установлен в пещере Цветочная 1 (Предгорный Крым) в составе железистого наполнителя в ассоциации с гётитом и кварцем.

В Горном Крыму вторичный **гипс** $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ описан в пещерах Ай-Петринского (Партизанская и Аю-Тешик), Ялтинского (Ставрикайская), Долгоруковского (Красная) и Чатырдагского (пещера Мраморная - залы Гуровый и Глиняный) горных массивов.

Гипс встречается в виде желто-бурых кристаллически-зернистых корок толщиной до 6 мм и пленок серебристо-белого цвета (Аю-Тешик); несовершенных и частично растворенных призматических кристаллов размером до 1.2 см на плоскостях скольжения в известняках и стяжений остроугольной формы размером до 8 см в глинах (Партизанская); закрученных и изогнутых гипсовых «цветов» и геликтитов размером до 5 см, таблитчатых кристаллов в глинистом заполнителе (Ставрикайская); волосисто-игльчатых кристаллов на глине, корок крупнопластинчатых кристаллов на известняке, прозрачных кристаллов до 8 см, стяжений кристаллов с кривогранными формами в глинистом заполнителе, гипсовых «цветов» (Красная); снежно-белых до светло-серых кристаллически-зернистых корок толщиной первые сантиметры (Мраморная).

В пещерах Предгорного Крыма гипс установлен в пещере Таврская и Таврида. В пещере Таврская гипс образует участками мелкозернистые корки на стенках пещеры, диагностирован по данным рентгеновского и электронно-зондового анализа. Вероятно, здесь гипс является результатом взаимодействия минерализованных палеосульфатных растворов с вмещающими пещеру известняками.

В пещере Таврида гипсовая минерализация широко развита. Наиболее распространены белые и рыхлые сахаровидные коры, сложенные уплощенными лейстовидными до футляровидными индивидами размером до нескольких мм. Постоянной примесью в таком гипсе является кальцит и целестин.

В ячеисто-пористых гипсовых корах гипс сложен агрегатом хорошо ограненных кристаллов, с развитыми гранями пинакоида и ромбических призм, часто с элементами футляровидного строения. В кристаллах гипса встречаются вросстки апатита и целестина.

Микропластинчатые кристаллы гипса установлены в составе «кораллитоподобных» гипс-гидроксилапатитовых агрегатов.

Наиболее вероятна генетическая связь сульфатной минерализации с процессами фосфоритизации органических остатков (гуано, копролиты) и выделения кислот, включая H_2SO_4 , которая, реагируя с карбонатным субстратом, приводит к образованию гипса и других сульфатов.

Целестин $\text{Sr}(\text{SO}_4)$ в пещере Таврида встречается в виде микровростков и одиночных микрокристаллов в корах сахаровидного гипса.

В пещере Таврида, в составе кальцитовых кор, выполняющих каверны-«таффоны», предположительно отмечен **коксайт** $(\text{NH}_4)_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Фосфаты

МИНЕРАЛЫ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ И ИСКУССТВЕННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК КРЫМА

Химически не изученные минералы группы **апатита** отмечены в составе глинистых водных терригенных отложений пещер Горного Крыма, например — Провал, Красная и Мисхорская.

Брушит $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ установлен в составе зональных фосфатных корок в пещере Змеиная. Эти корки сложены преимущественно светло-коричневым скрытокристаллическим апатитом, брушит же представлен тонкозернистыми агрегатами белого или светло-желтоватого цвета и слагает внутреннюю часть корок и очень тонкие прожилки в массе апатита. Во внешней зоне таких корок брушит ассоциирует уже с гипсом.

Витлокит $\text{Ca}_9\text{Mg}(\text{PO}_3\text{OH})(\text{PO}_4)_6$ найден в пещере Таврида преимущественно в виде рыхлых микрокристаллических округлых или неправильной формы агрегатов снежно-белого цвета размером до $5 \times 3 \times 3$ см, которые рассеяны в массе напольной Fe^{3+} -монтмориллонитовой глины. Агрегаты витлокита образованы хорошо ограненными ромбоэдрическими кристаллами размером до 0.01 мм. Наиболее вероятно его вторичное происхождение как результат переотложения фосфора и кальция из гидроксилapatита, а магния – из монтмориллонита, что подтверждается находками фрагментов светло-бежевых пластин гидроксилapatита, на поверхности которых развиты сферолитовые корки более позднего гидроксилapatита в ассоциации с мелоподобным витлокитом и порошокатым бурым кальцитом.

В костеносных эоплейстоценовых микситах пещеры Таврида вместе с витлокитом установлены **гояцит** $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$, **кальциферрит** $\text{Ca}_4\text{MgFe}^{3+}_4(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, **кингсмаунтит** $\text{Ca}_3\text{MnFe}^{2+}\text{Al}_4(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, **крандаллит** $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$, **монтгомериит** $\text{Ca}_4\text{MgAl}_4(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, **робертсит** $\text{Ca}_2\text{Mn}^{3+}_3\text{O}_2(\text{PO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, предположительно **зодацит** $\text{Ca}_4\text{Mn}^{2+}\text{Fe}^{3+}_4(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Монтгомериит, кальциферрит и крандаллит встречаются в виде гнезд порошокатых масс, сложенных мелкими (до 0.05 мм) индивидами соответственно пластинчатой, игольчатой и хлопьевидной форм. Робертсит, выявленный в виде обрастаний костного детрита и макроагрегатов апатита, представлен радиальными агрегатами тонких пластинчатых микрокристаллов. Кингсмаунтит, имеющий микросферолитовое строение, и гояцит с микроглобулярно-колломорфной морфологией также были обнаружены в виде обрастаний на агрегатах апатита.

В ряде пещер Предгорного Крыма известен **гидроксилapatит** $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ и **фторапатит** $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$.

Гидроксилapatит преобладает в составе незональных темно- или светло-коричневых скрытокристаллических контактово-метасоматических корок толщиной до 1 мм, покрывающих натечные образования и обвальные отложения в пещерах Таврская и Змеиная.

Зональные полиминеральные скрытокристаллические корки в пещере Змеиная состоят из фторапатита (преобладает во внутренней зоне корки), светло-медово-коричневого гидроксилapatита (средний слой корки) с примесью кальцита и кварца.

В пещере Таврида гидроксилapatит является обычным минералом. Наиболее типичной формой гидроксилapatита являются реакционные каймы на контакте рыхлого заполнителя и карбонатного субстрата (коренные стены, глыбы известняка).

Более редки тонкие коры мелкокристаллического гидроксилapatита в ассоциации с кальцитом на внутренней поверхности фреатических куполов растворения, порошковатые агрегаты гидроксилapatита в ассоциации с тодорокитом и гипсом на поверхности друз кристаллов фреатического кальцита, полупрозрачные сферолитовые корки светло-желтоватого и светло-серого цвета в ассоциации с мелоподобным витлокитом и бурым порошковатым кальцитом. В пустотах ископаемых костей встречены несовершенные молочно-белые кристаллы гидроксилapatита размером до 1 мм и их сростки. Редки в пещере гипс-гидроксилapatитовые «кораллитоподобные» образования белого цвета размером до 5 мм.

Фторапатит в пещере Таврида найден в виде микрокристаллических плотных желваков светло-кремового цвета размером до первых сантиметров в красновато-бурых глинах зоны контакта с нуммулитовыми известняками. Здесь для минерала характерна светло-желтая люминесценция.

Проявление фосфатной минерализации обусловлено наличием в пещере Таврида обильных зоогенных отложений — костного детрита, копролитов хищных и гуано рукокрылых млекопитающих.

В Горном Крыму аутигенный карбонатгидроксилapatит (= CO_3 -содержащий гидроксилapatит) известен в заполнителе отдельных пещер Ени-Сала III и Скельская. Найден здесь в виде зерен шарообразной, цилиндрической и эллипсоидальной формы восково-желтого, янтарно-желтого, коричнево-бурого, лимонно-желтого, серого и розовато-белесого цвета размером до 3 см. Поверхность мелких зерен глянцевая, эмалевидная, более крупных зерен — матовая. Карбонатгидроксилapatит представляет здесь псевдоморфозы замещения зубов, костных остатков и копролитов позвоночных животных, которые могли служить затравками для вторичной концентрации фосфата кальция в карбонатной среде при инфильтрации карстовых вод, мобилизовавших водорастворимые фосфорнокислые соли из верхнеюрских отложений.

Вероятно, **монацит-(Ce)** $(\text{Ce})\text{PO}_4$ отмечен в составе тяжелой фракции глинистых водных механических отложений пещеры Мраморная, химически не изучен.

Островные ортосиликаты

Минералы этого подкласса — гранаты, кианит, силлиманит, ставролит и циркон, известны только как терригенные в составе водных механических отложений пещер Крыма. Их содержание изменяется от единичных зерен до 28 % тяжелой фракции (циркон).

Химически не изученные минералы группы **граната** отмечены во многих пещерах Горного Крыма. Содержание граната в тяжелой фракции может достигать 5%, минерал встречается в виде угловатых зерен розоватого и желтого цвета.

Кианит Al_2SiO_5 и **силлиманит** $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$ известны в некоторых пещерах Горного Крыма — Нассонова, Скельская, Мисхорской, Бездонная, Красная, Джур-Джур, Монастырь-Чокрак, Гвоздецкого. Содержание кианита достигает 0.1% тяжелой фракции, он образует бесцветные и светло-серые пластинчатые зерна размером до 0.2 мм. Силлиманит встречен в виде удлиненных зерен белого цвета, содержание его составляет 2 % (шахта Бездонная).

МИНЕРАЛЫ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ И ИСКУССТВЕННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК КРЫМА

Ставролит $\text{Fe}_2^{2+}\text{Al}_9\text{Si}_4\text{O}_{23}(\text{OH})$ отмечен в пещере Мраморная и Красная в виде окатанных зерен коричневого цвета размером до 0.5 мм.

Циркон циркон ZrSiO_4 известен в составе водных механических отложений многих пещер Горного Крыма. Так, в тяжелой фракции глинистого заполнителя шахты Бездонная содержание циркона составляет 28%, обычно встречается в виде зерен неправильной формы, призматических бесцветных, розоватых и желтоватых кристаллов размером до 0.1 мм.

Островные диорто- и ортодиортосиликаты

Минералы этого подкласса — цоизит и эпидот, известны только как терригенные в составе водных механических отложений пещер Горного Крыма **Цоизит** $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]\text{O}(\text{OH})$ встречен в шахте Бездонная, где его содержание составляет 12% и образует бесцветные до голубоватых зерна неправильной формы.

Эпидот $\text{Ca}_2(\text{Al}_2\text{Fe}^{3+})[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]\text{O}(\text{OH})$ обнаружен в шахте Бездонная и пещере Красная. Содержание эпидота в тяжелой фракции глинистого заполнителя шахты Бездонная достигает 3 %, минерал образует слегка окатанные зерна зеленого цвета неправильной формы.

Кольцевые силикаты

Представлены только **турмалином** (надгруппа) в составе в составе тяжелой фракции водных механических отложений многих пещер Горного Крыма Так, в тяжелой фракции шахты Бездонная содержание турмалина достигает 2%, минерал встречен в виде призматических слабоокатанных кристаллов размером до 0.1 мм зеленоватого, розового и голубого цвета. Химически турмалин не изучен.

Цепочечные и ленточные силикаты

Находки **пироксенов** (группа) и **амфиболов** (надгруппа) в составе тяжелой фракции водных механических отложений пещер Горного Крыма редки, химически минералы не изучены. Встречаются в виде единичных зерен светло-зеленого и зеленовато-бурого цвета размером до 0.2 мм.

Слоистые и листовые силикаты

Химические не изученные **слюды** (группа) и **хлориты** (группа) обычны в глинисто-песчаном заполнителе карстовых пещер Горного Крыма.

Бейделлит $(\text{Na},\text{Ca})_{0.3}\text{Al}_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ обнаружен в составе «пещерного жемчуга» карстовых полостей Горного Крыма. Для бейделлита из карстовых полостей Крыма предполагается водно-осадочный генезис, и минерал здесь рассматривается как своеобразный индикатор гипергенеза при карстообразовании.

Гидрослюды (общее название минералов подгруппы слюд с дефицитом межслоевых катионов - глауконит, иллит) являются одними из породообразующих минералов (до 20%) напольных глин пещеры Таврида. Гидрослюды отмечены в составе песчано-глинистых отложений зала Перестройки пещеры Мраморная и в составе натечных кальцитовых образований при их рентгенометрическом изучении.

Вероятно, во многих случаях, под собирательным названием «гидрослюда» описывается **иллит**, который является одним из главных минералов тонкодисперсной фракции глинистых водных механических отложений пещер Горного Крыма. Также, вместе с псиломеланом и кальцитом, иллит образует

плотные, тонкие (до 0.3 мм) налеты на поверхности натечных плотин (гуров) в пещерах Горного Крыма.

К **гидробиотиту** (смешаннослойный минерал с чередованием пакетов биотита и вермикулита 1:1) отнесены единичные светло-коричневые чешуйки неправильной формы, встреченные в глинистых водных механических отложениях шахты Бездонная.

Терригенный **глауконит** (серия диоктаэдрических слюд с дефицитом межслоевых катионов) отмечен в составе тяжелой фракции водных механических отложений пещеры Красная.

Каолинит $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ отмечен в пелитовой составляющей водных механических глинистых отложений пещер Красная и Мраморная, также — в составе кальцитовых натечных образований пещеры Мраморная, где минерал иногда диагностируется при их рентгенометрическом изучении.

Монтмориллонит $(\text{Na}, \text{Ca})_{0.3}(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ преобладает в состав пелитовой составляющей водных механических глинистых отложений пещер Горного Крыма, обычно развивается по иллиту. Установлен также в составе кальцитовых водно-хемогенных образований пещеры Мраморная при их рентгенометрическом изучении.

Fe^{3+} -содержащий монтмориллонит является главным минералом (до 70%) напольных глин пещеры Таврида. По всей видимости, его наличие здесь связано с денудационным снятием древних кор выветривания и переотложением их на территории Предгорного и Равнинного Крыма в плиоцене. Заполнение пещеры этим материалом происходило преимущественно суффозионным и гравитационным путем, через трещины и каналы в перекрывающих породах.

Сепиолит $\text{Mg}_4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в пещере Змеиная диагностирован в составе полиминеральных (кальцит, сепиолит, кристобалит) водных хемогенных образований при их рентгенометрическом изучении.

Каркасные алюмосиликаты

Недиагностированные до минерального вида **полевые шпаты** (группа) обычны в составе легкой фракции водных механических песчано-глинистых отложений пещер Крыма.

Санидин $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ найден в пещере Таврида в составе предположительно флювиальных красноцветных алевритов и алевритовых песков. Здесь он представлен зернами размером до 0.2 м, как обломочными (вероятный источник – пески мазанской свиты нижнего мела), так и регенерированными с хорошо ограниченными микроиндивидами на их поверхности (источник – вмещающие пещеру Таврида нуммулитовые известняки среднего эоцена).

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МИНЕРАЛАХ ИСКУССТВЕННЫХ ПОЛОСТЕЙ КРЫМА

Спелестология занимается изучением искусственных пещер и подземных сооружений, не использующихся по прямому назначению (заброшенные каменоломни и рудники, подземные ходы и коммуникации), специалистами различных направлений. Как правило, исследователей преимущественно интересует

МИНЕРАЛЫ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ И ИСКУССТВЕННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК КРЫМА

морфология и история разработки и исследования подземных сооружений такого рода. Однако, они представляют также интерес как объекты, в которых можно наблюдать образование минералов в условиях, по температуре и влажности приближенных к условиям естественных пещер.

Минералы объектов спелестологии в Крыму весьма слабо изучены. Так, для искусственных полостей Крыма отмечен галотрихт в заброшенных шахтах Чекур-Кояшского серного месторождения (Керченский полуостров), гипс, калиевая и натриевая селитры на стенах искусственных полостей в т.н. «пещерных городах» Предгорного Крыма - Бакла, Инкерман, Чуфут-Кале, Мангуп-Кале и другие [2].

В настоящее время в объектах спелестологии обнаружены барит, галит, гипс, кальцит, кварц, тенардит (может быть мирабилит). Дадим краткую характеристику находок этих минералов. Все минералы были диагностированы с применением электронно-зондового и рентгеновского анализа А.В. Касаткиным (Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана), которому автор выражает глубокую благодарность.

Тенардит обнаружен Сохиным М.Ю. (спелестолог, Москва) в двух каменоломнях Керченского полуострова: Грамофоновская-2 и Палапанская-1. По его натурным наблюдениям на потолке каменоломни минерал образует водяно-прозрачные пуховидные налеты, которые сложены в разной степени изогнутыми игольчатыми кристаллами. Предполагается здесь эвапорационный генезис минерала. В Геологический музей им. Н.А. Андрусова (Крымский федеральный университет) этот минерал передан в виде светло-серого порошка. Вероятно, мы имеем здесь тенардит как результат обезвоживания первичного мирабилита, которым и были сложены эти пуховидные налеты.

Ряд минералов из Аджимушкайских каменоломен были переданы в Геологический музей им. Н.А. Андрусова (Крымский федеральный университет) исследователем природы Керченского полуострова Ханиным И.Н. (Керчь).

Барит встрече в виде двух морфологических типов сферолитов.

Шаровидные сферолиты с радиально-тонколучистым строением диаметром до 2 см имеют концентрически-зональную окраску. Краевая зона мощностью до 3 мм непрозрачна и имеет светло-желтоватый цвет. Основная часть сферолита полупрозрачна и имеет серовато-светло-коричневый цвет.

Вытянутые сферолиты размером 2.0x0.5 см на сколе тонко-радиально-лучистые, незональные, светло-серые, несколько тонко-ребристые с поверхности (? — результат более позднего растворения).

Кальцит также встречен в виде нескольких морфологических типов. Это кальцитовые кораллиты молочно-белого или серовато-белого цвета размером до 1 см; тонкие темно-серые (природа их окраски не изучалась) сферолитовые корки мощностью до 1 мм, иногда покрытые с поверхности охристо-желтыми налетами гётита с примесью гипса; фарфоровидно-белые мелкозернистые корки с бугристой поверхностью; землистые, мелоподобные агрегаты. В виде небольшой примеси в сферолитах кальцита при их электронно-зондовом анализе отмечены **галит** и **кварц**.

По отдельным образцам, которые были переданы в Геологический музей им. Н.А. Андрусова (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского)

трудно судить о возможном пространственно-временном взаимоотношении разных морфологических типов кальцита, что может быть темой дальнейших натурных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дополнительные находки и инструментально-минералогические исследования минералов природных карстовых полостей и искусственных горных выработок позволит увеличить степень их изученности и уточнить генетические особенности самих минералов.

Список литературы

1. Тищенко А.И. Минералогическая изученность карстовых полостей Крыма // Спелеология и карстология. 2008. № 1. С. 81–84.
2. Тищенко А.И., Касаткин А.В. Минералы и минеральные комплексы Крыма. Монография. Симферополь: Бизнес-Информ, 2020. 468 с.
2. Червяцова О.Я., Тищенко А.И., Потапов С.С., Касаткин А.В., Токарев С.В., Амеличев Г.Н. Эпигенетическая минерализация в эоплейстоценовых костеносных отложениях пещеры Таврида (Предгорный Крым) // Теория и практика современной карстологии и спелеологии. Материалы Международной научно-практической конференции III Крымские карстологические чтения. Симферополь, 27-30 сентября 2021 г. Симферополь, 2021. С. 155–163.

MINERALS OF KARST CAVITIES AND ARTIFICIAL MINING IN CRIMEA

Tishchenko A. I.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: TishchenkoAlex@rambler.ru*

The article provides a brief description of minerals known from natural karst cavities and artificial mine workings of Crimea.

The mineralogy of natural karst cavities and artificial mine workings encompasses several fields: mineral diagnostics in various genetic types of sediments; assessment of the sources of material for mineral formation; study of mineral-forming mechanisms; determination of the conditions and sequences of mineral and mineral-assemblage formation; mineralogical paleochronology and paleothermometry; cave minerals as mineral resources.

Approximately 80 minerals are known from the natural caves of Crimea. This article presents a concise overview of them.

The minerals of artificial underground structures in Crimea remain largely unexplored. To date, barite, halite, gypsum, calcite, quartz, and thenardite (possibly mirabilite) have been identified in speleological sites. Their morphological characteristics are described. All minerals were identified using electron probe and X-ray analysis by A.V. Kasatkin (A.E. Fersman Mineralogical Museum).

Keywords: minerals of natural caves, minerals of artificial mine workings, barite; gypsum, calcite, quartz, thenardite.

МИНЕРАЛЫ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ И
ИСКУССТВЕННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК КРЫМА

References

1. Tishchenko A.I. Mineralogicheskaya izuchennost' karstovysh polostey Kryma // Speleologiya i karstologiya. 2008. № 1. P. 81–84. (in Russian)
3. Tishchenko A.I. Kasatkin A.V. Mineraly i mineral'nye komplekсы Kryma. Simferopol': Biznes-Inform, 2002. 468 p. (in Russian)
4. Chervatsova O.Y., Tishchenko A.I., Potapov S.S., Kasatkin A.V., Tokarev S.V., Amelichev G.N. Epigeneticheskaya mineralizatsiya v eopleistocenovykh kostenosnykh otlogenyakh peshchery Tavrida (Predgornyi Krym) // Teoriya i praktika sovremennoy karstologiyi i speleologii. Materialy Megdynarodnoy nauchno-practicheskoy konferencyi III Krymskiye karstovye chteniya. Simferopol', 27-30 sentyabrya 2021 g. Simferopol', 2021. P. 155–163. (in Russian)

Поступила в редакцию 25.09.2025 г.

УДК 55.551.556(477.75)

ТЕКТОНИКА У ИСТОЧНИКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КРЫМА

Юдин В. В.

*МОО Крымская Академия наук, Симферополь, Российская Федерация
E-mail: yudin_v_v@mail.ru*

В Горном Крыму главные источники расположены в основании олистоплак Горнокрымской олистостромы, сложенных верхнеюрскими известняками. Они подстилаются зонами эндогенных и гравигенных брекчий, под которыми залегают водоупорные комплексы более молодых раннемеловых глин, тектонических меланжей и таврического флиша. Положение крупных вклюдов дополнительно обусловлено рельефом подошвы карстовых массивов. К наиболее благоприятным относятся моноклинальные и желобообразные участки подошвы с большой водосборной площадью. Рассмотрена тектоника у крупных источников Предгорного Крыма и мелких на его южном берегу. Представления фиксизма о приуроченности естественных источников к субвертикальным «водопроводящим разломам» и о глубинных ювенильных водах в Крыму — ошибочные.

Ключевые слова: Крым, гидрогеология, тектоника, магматизм, карст, суффозия, источники.

ВВЕДЕНИЕ

Все воды в Горном и Предгорном Крыму (за исключением Северо-Крымского канала и конденсатных) связаны с атмосферными осадками, выпадающими в виде дождя и снега. Они частично стекают по поверхности и частично мигрируют под ней. Это касается и северокрымских артезианских бассейнов. Достоверных данных о глубинных ювенильных водах и проводящих их разломах нами не обнаружено [1].

Источники подземных вод (далее сокращенно источники) общепринято понимают как локальные естественные выходы воды на поверхность Земли или на дно водоема. К ним относятся родники, ключи, включая крупные карстовые вклюды, а на дне водоемов — субаквальные и субмаринные выходы пресных вод. Их питание в Крыму происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, обычно в местах выхода на дневную поверхность основания известняков.

Положение источников обусловлено двумя главными причинами. Первая из них — литологическая. Она связана с выходом на склоновую поверхность у подножия холмов, в оврагах, на берегах рек или озёр водоносного горизонта из песков, галечников или кавернозных известняков, которые подстилаются пластом водоупорных глин, сланцев и других пород. К литологически обусловленным также можно отнести источники, связанные с карстом (растворением крымских известняков) и с суффозией (физическим выносом частичек рыхлых пород). Обычно выходы воды в них нисходящие, безнапорные. Вторая важная причина, определяющая расположения источников связана с тектоническим строением территории. Это относится к зонам брекчирования горных пород в сместителях разрывов разной морфологии, кинематики, амплитуды и генезиса.

Более 100 лет на территории Крыма геологи выделяли многочисленные противоречивые и геометрически нереальные вертикальные прямолинейные «разломы», с которыми связывали миграцию подземных вод [2, 3 и др.]. Большое число и разная направленность положения таких разломов, по представлениям разных авторов, привело к тому, что почти все источники можно было связать с

каким-нибудь из таких нарушений. Однако по определению «разломом» называется разрыв с невыясненной морфологией и кинематикой. Субвертикальные их сместители рисовались лишь из-за незнания и принятия устаревшей гипотезы фиксизма [4 и др.]. Целью настоящей статьи является выявление ранее неизученной, конкретной приуроченности источников подземных вод к участкам эндогенного и гравигенного брекчирования в зонах сместителей надвигов и послонных срывов, что крайне важно для оптимизации водопользования в засушливом Крыму.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Большая часть территории Горного Крыма у поверхности сложена прокарстованными известняками позднеюрского и меньше раннемелового возраста, которые легко поглощают атмосферные осадки. В отличие от предшествующих представлений, по нашим данным известняковые массивы подстилаются не только стратиграфическими контактами, залегая на более древних отложениях. В большинстве случаев под ними доказаны пологие зоны эндогенных и гравигенных брекчий, под которыми выявлены водоупорные комплексы более молодых раннемеловых глин и тектонических меланжей [4, 5]. Поэтому по нашим данным главные источники подземных вод в Горном Крыму расположены в основании олистолитов и олистоплак Горнокрымской и Массандровской олистостром [4].

Рассмотрим тектоническую приуроченность источников **в восточной части Горного Крыма**. Как видно на рис. 1, большинство из них расположено по периферии известняковых массивов, подстилаемых более молодыми глинистыми отложениями раннего мела, а на юге - флишем таврической формации позднеэриас-среднеюрского возраста. [4, 5, 6 и др.]. В небольшой статье невозможно описать тектонику более 2500 источников подземных вод, отмеченных на топографических картах (<https://crimea-map.com/-m=18/44.90973/35.19021&l=S/Rrd>). Поэтому ниже рассмотрим участки у наиболее представительных и крупных из них.

Воклюз Карасу-Баши, с дебитом до 40 м³/сек, — самый многоводный в Крыму. Он расположен в ущелье на северо-восточном окончании крупного Карабийского массива из верхнеюрских известняков (рис. 1). Вытекающая вода имеет постоянно низкую температуру 9–11°C, что свидетельствует об отсутствии глубинных гидротермальных проявлений. Публикации об этом источнике в основном посвящены географии, истории и гидрогеологии. О тектонике данных почти нет. Много лет считалось, что воклюз обусловлен только литологической причиной и приурочен к стратиграфическому контакту верхнеюрских известняков с нормально перекрывающими их меловыми глинами. Ошибочность таких представлений была обоснована нами ранее [4, 5, 7].

Титонские известняки и нижнемеловые толщи здесь полого, под углами 5–10°, наклонены на ССЗ. Причем известняки расположены гипсометрически выше глин. Зона контакта следует по рельефу, что свидетельствует о ее субгоризонтальном положении (рис. 1А). В основании массива известняки везде, и особенно вблизи источника, сильно брекчированы и довольно полого расланцованы до «чипсов».

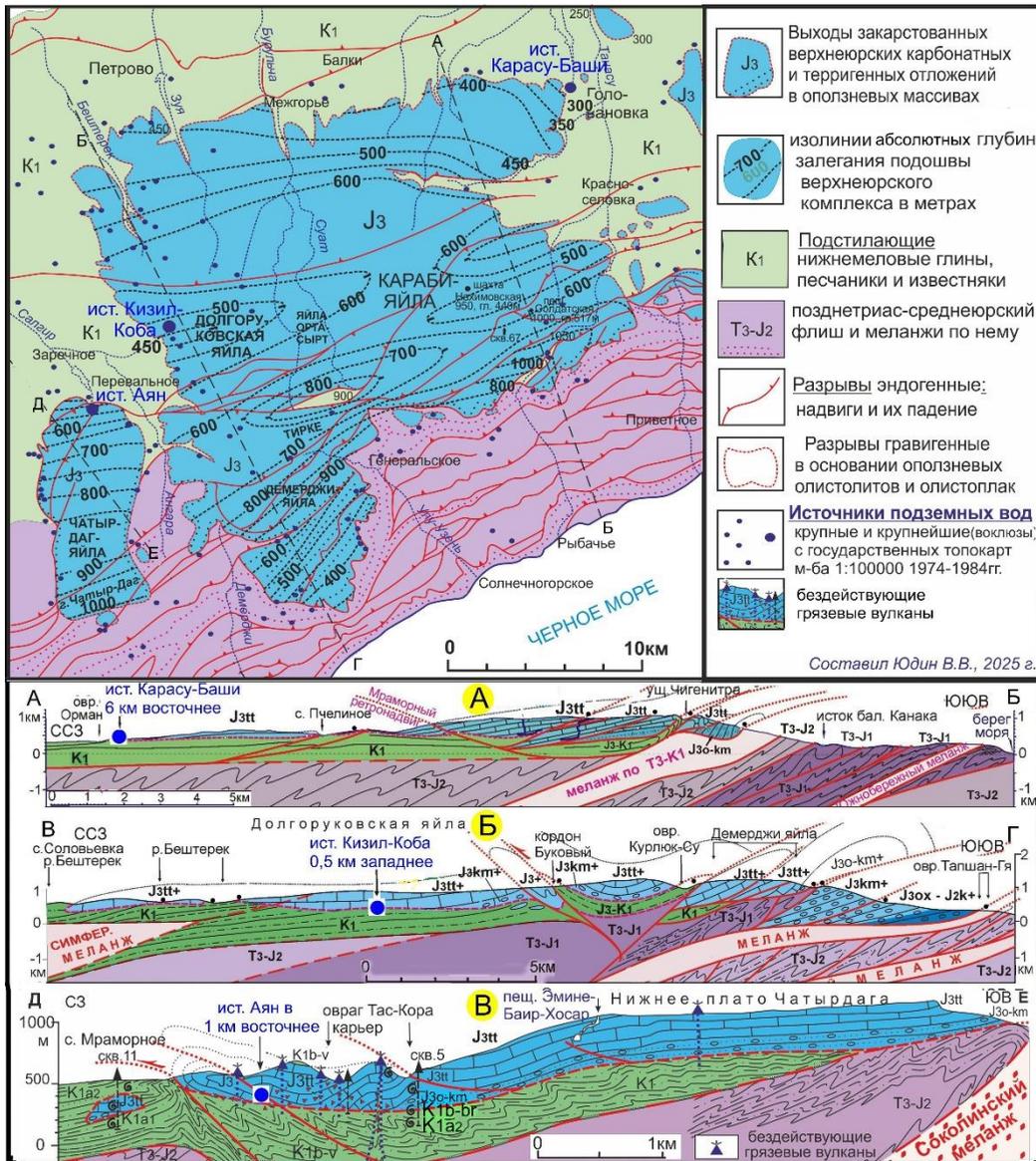


Рис. 1. Карта и разрезы востока Горного Крыма с основными источниками.

Составлено автором.

При перемещении они были разбиты вертикальными трещинами торошения, с которыми локально связаны полости расположенной рядом системы пещеры Су-Учхан-Коба (<https://discover-crimea.ru/priroda/karasu-bashi-probuzhdenie-zverya>).

Севернее и восточнее (ниже вклюдза) выходят породы нижнего мела. В них обнаружены отдельные олистолиты и олистостромовые горизонты из титонских известняков (рис. 1). То есть, контакт в основании массива не нормальный

стратиграфический, а оползневой, гравигенно-тектонический, усложненный неотектоническими надвигами. Он сопровождается субпослойным брекчированием подошвы прокарстованного олистоплака, по которому и перемещаются подземные воды. Оснований для выделения здесь гипотетических водопродвижающих крутых сбросов, грабена и «Молбайского разлома глубокого заложения» не существует [7].

На фото (рис. 2) показано соотношение закарстованных известняков и слабопроницаемых глинистых пород нижнего мела. Очевидно, что контакт субгоризонтальный, с очень пологим наклоном к северу и в плане следует контрастному рельефу. Всё это позволяет без привлечения нереальных «разломов» объяснить положение мощного вклюдза Карасу-Баши, дренирующего карстовые воды с большей части Караби яйлы, что ранее подтверждалось индикаторными опытами методом окрашивания флюоресцеином (ссылки на них см. в статье [7]).

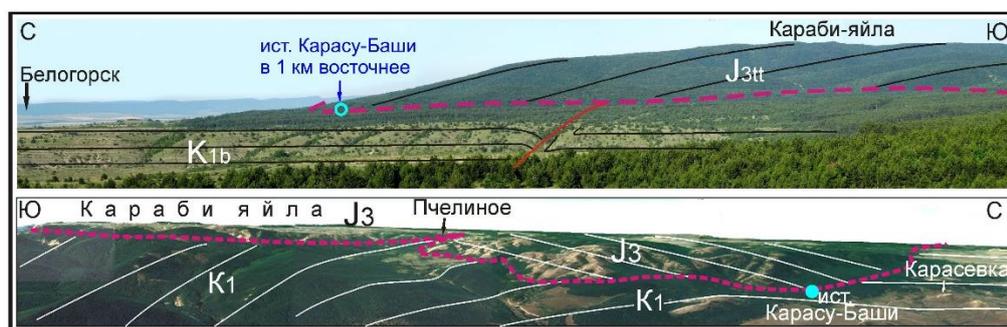


Рис. 2. Гравигенно-тектоническое соотношение верхнеюрских известняков и подстилающих глинистых толщ нижнего мела у вклюдза Карасу-Баши.

Составлено автором.

Таким образом, в районе источника титонские известняки слагают гравигенный аллохтон, под которым выходят более молодые породы нижнего мела. Смещение Карабийского олистоплака с юга на север происходило в конце раннего мела [4]. В неоген-четвертичный период северный борт Молбайской долины был усложнен эндогенным надвигом, усилившим тектоническую переработку в основании аллохтона. Верхнеюрские известняки и конгломераты всего Карабийского массива залегают через гравигенно-тектонический контакт на толще нижнего мела, а при ее пережатии в южной части — на флише таврической серии и среднеюрской молассе [4, 7]. Поэтому, общепринятые представления о том, что под титонскими известняками на севере Карабийского массива залегают породы таврической серии, а толщи нижнего мела везде залегают на верхнеюрских известняках [2, 3], следует считать ошибочными. Такая же тектоническая модель определяет положение выходов подземных вод на западном ограничении Карабийского олистоплака (рис. 1). Рассмотрим наиболее представительные из них.

Вклюдз Кизил-Коба и близлежащие источники приурочены к западному краю Долгоруковской яйлы (рис. 1, 3). Предшествующие представления о тектонике района были весьма противоречивые. Много лет считалось, что этот массив верхнеюрских известняков подстилается более древними юрско-триасовыми

отложениями и перекрывается нижнемеловыми глинами в «Салгирском грабене» [2, 3 и мн. др.]. Такой модели противоречат данные бурения в Салгирской долине и наши исследования, выявившие в основании массива субгоризонтальную и мощную 20-30 м зону брекчий, под которой залегает глинистая толща нижнего мела [4, 5, 6, 7]. Гипотезе Ю. В. Казанцева и некоторых киевских коллег о происхождении этих брекчий в результате эндогенного шарьяжного смещения всего Карабийского массива на север, противоречит отсутствие жил гидротермальных минералов, южная асимметрия структур (рис. 1А) и др. [4]. Низкая температура воды в воклюзе (8–10°C) свидетельствует об отсутствии здесь эндогенной активности и «разломов».



Рис. 3. Приуроченность воклюза Кизил-Коба и источника Джафар-Берды к зоне гравигенного послынного срыва с брекчиями и небольшими олистолитами.

Составлено автором.

Нами выявлено, что тектоническая приуроченность воклюза Кизил-Коба заключается в его положении в основании крупного, 5x15 км, полого наклонного к западу Кизилкобинского прогиба (рис. 1, карта), проявленного только в подошве Долгоруковской яйлы [7, 8]. Реальных вертикальных разломов, в том числе «Центрального глубинного разлома» вдоль западного края массива, контролирующих выход источника по [2, 3 и др.] в горизонтально залегающих толщах нет. Это видно на геологической карте [4, 6, 7], а также в сложных по строению планах и разрезах шестиэтажной 26-километровой Красной пещеры, (https://www.rgo.ru/sites/default/files/media/2022-05-16/krasnaya_gotovo.jpg).

Спелеологами закартированы две главные русловые части пещеры. Одна (северо-восточного простирания) в нашей интерпретации приурочена к основанию Кизилкобинского прогиба. Вторая (юго-восточного простирания) следует общему

наклону подошвы известняков Долгоруковской яйлы. Он обусловлен куэстообразным строением Крымских гор, образованным при поддвигании под них литосферы Черного моря. Эта система, как и все реки Горного Крыма, пересекает выявленные у поверхности надвиги и принадвиговые складки «крымского» северо-восточного простираения. Они показаны в публикациях и в фотоатласе [4, 5, 7].

Многоэтажное строение Красной пещеры вызвано понижением базиса эрозии при тектоническом поднятии территории вследствие квазисубдукции. Поэтому, ныне сухие выходы полостей пещеры можно рассматривать как древнее положение выхода вод и судить об их аналогичной тектонической обусловленности.

Северо-западнее и юго-восточнее от вклюдза вдоль основания известнякового массива расположено много источников (рис. 1). Наиболее известные из них восемь грифонов Джафар-Берды в истоках реки Малый Салгир (рис. 3), три Биштельских, Хой-Чокрак, и др. Все они приурочены к основанию субгоризонтально залегающих верхнеюрских известняков, под которыми залегают водоупорные нижнемеловые глины. У контакта развита зона гравигенно-тектонических брекчий, с небольшими олистолитами, покрытыми зеркалами скольжения (рис. 3). В плане из-за изрезанного оврагами рельефа, она имеет извилистую форму [6].

Пещера-источник Ени-Сала-3 — единственная реально приурочена к разрыву. В ней подземный водный поток в основном протекает по сместителю Мраморного ретронадвиги необычного для Крыма юго-восточного наклона [4]. Так же как и в Кизил-Кобе, сухой вход в эту пещеру расположен гипсометрически выше и раньше был местом выхода воды на поверхность.

На южном крае Карабийского олистоплака многочисленные источники связаны не только с подстилающими гравигенными брекчиями, но и с неоген-четвертичными надвигами северо-восточного простираения (рис. 1) [4, 7]. Брекчированы там не только верхнеюрские известняки и конгломераты, но и залегающий ниже водоупорный комплекс флиша таврической формации и меланжей. При их суффозионном промыве локально формируются малодобитные пересыхающие источники минерализованных сульфатных и гидрокарбонатно-натриевых вод. Они известны южнее Карабийского массива до берега моря (рис. 1).

Чатырдагский массив, расположен западнее (рис. 1) и также имеет гравитационное происхождение. Он представляет собой плоский олистолит (олистоплак) Горнокрымской олистостромы, сползший с юга в конце раннего мела [4]. В неоген-четвертичное время южная и северная части массива были усложнены эндогенными надвигами, которые образовали приразрывные складки и горный хребет Чатырдаг. Северная часть олистоплака в кайнозой была усложнена Мраморным ретронадвигом. Вследствие выявленных в его автохтоне пластичных нижнемеловых глин, современные смещения сопровождались проявлениями грязевого вулканизма [9]. История представлений о тектонике района и детальное обоснование сбалансированной модели строения приведено в публикациях [4, 10].

Аянский вклюдз расположен на севере Чатырдагского массива и контролируется ретронадвигами южного наклона, с которыми связана выявленная нами принадвиговая лежащая антиклиналь Тас-Тау (рис. 4). По геологическим данным в обнажениях Мраморного карьера, а также по результатам бурения двух

скважин, под известняками близ воклюза расположена зона дробления с глиняными диапирами. Ниже залегают более молодые нижнемеловые глины (рис. 1В).

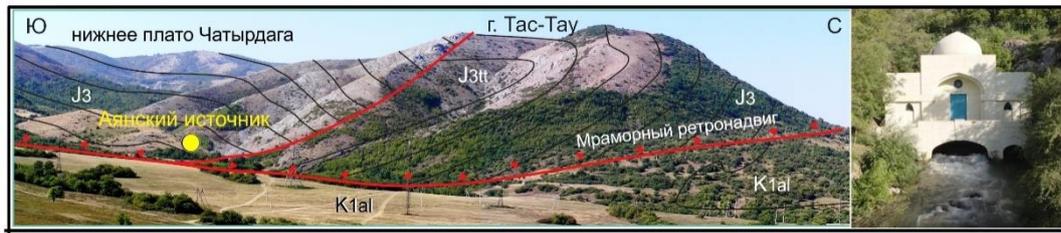


Рис. 4. Тектонический контроль Аянского воклюза.

Составлено автором.

Атмосферные осадки по трещинам, слепым долинам, карстовым воронкам и каррам стекают с яйлы до основания Чатырдагского олистоплака и объединяются в один подземный поток, выходящий в воклюзе. Как видно на карте (рис. 1) подошва массива полого погружается на север с 1000 до 450 метров. Источники по бокам олистоплака многочисленные, но малодебитные. В основном вода собирается вдоль русла подземной Аянской реки. О ее существовании много лет назад рассказывал мой отец В. М. Юдин. В 30-х годах прошлого века он проходил из ныне тупикового конца пещеры Суу-Коба и, перейдя по мосту подземную реку, текущую налево, выходил к узкому окну над обрывом оползневого цирка. Многолетние поиски этого окна и прогнозы его открытия [10] недавно после сильного ливня подтвердились наблюдением напорного водопада, в установленном нами месте, (устное сообщение профессора Б.А. Вахрушева). Подчеркнем, что подземная Аянская река, питающая воклюз, и здесь не течет по «разлому», геологического обоснования которому нет, а следует моноклиальному уклону подошвы карстового массива на север (рис. 1).

В юго-западной половине Горного Крыма тектоническая приуроченность источников сходная. Большинство из них также расположено по периферии верхнеюрских известняковых массивов (рис. 5). Это связано с тем, что закарстованные известняки повсеместно подстилаются гравигенно-тектоническим контактом, который местами усложнен, неоген-четвертичными надвигами и Мраморным ретронадвигом (рис. 5). Ниже залегают водоупорные породы: флиш таврической формации Тз-Ј1-2, среднеюрские молассоидные терригенные толщи, Подгорный меланж, а на западе также доказаны более молодые глинистые отложения раннего мела (см. разрезы на рис. 5), [4, 5, 6 и др.].

Рассмотрим тектоническую приуроченность наиболее крупных и четко структурно выраженных естественных выходов вод на поверхность с северо-востока на запад. Более детальные описания участков приведены в работах [4, 5].

Источник Ай-Йори расположен в 4,5 км к северо-востоку от с. Виноградное Алуштинского района, на северо-восточном склоне г. Чамлы-Даг, ниже проселочной дороги, в 200 м западнее скалы Ай-Йори (рис. 5). В научных, справочных и энциклопедических изданиях ошибочно считается, что он: расположен на склоне горы Ай-Йори, сложенной неудавшимся вулканом — грибообразным или

ТЕКТОНИКА У ИСТОЧНИКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КРЫМА

грушевидным интрузивным лакколлитом с дайками, силами и некками, образованными в трещине земной коры, где закристаллизовались лавовые массы. Южнее расположена крупная гора Чамны-Бурун из вулканических пород, которые якобы образовались в результате поддвига дна Черного моря под Крымские горы. Также безосновательно утверждается, что родник, вытекает по «разлому» из отложений вулканических и сланцевых щебней естественным образом закругленных ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Ай-Йори_\(родник\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ай-Йори_(родник))) и др.

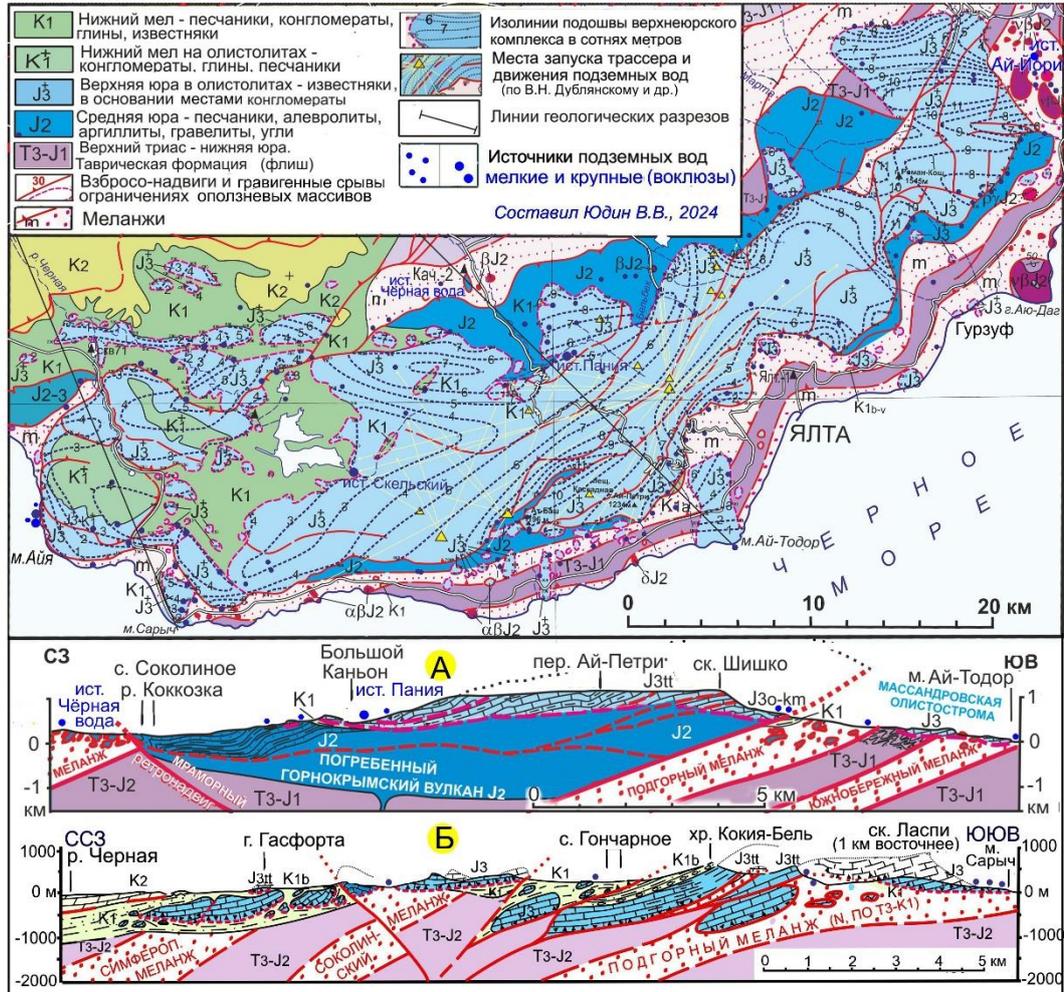


Рис. 5. Карта и разрезы юго-запада Горного Крыма с основными источниками.

Составлено автором.

В действительности, на современной топографической карте гора Ай-Йори расположена на юге хребта Урага, в 3 км южнее источника. Скала с таким же названием расположена на небольшом холме и представляет собой отдельную глыбу,

размерами 150х200 м. Она находится на северном склоне крупного интрузивного массива горы Чамны-Бурун (рис. 5). Отметим, что лава — это магма, излившаяся на поверхность, и в интрузии на глубине быть не может. Возраст внедрения считается среднеюрским, что на 160 млн лет древнее современного поддвижения дна Черного моря под Крым (которых тогда еще и не существовало). Тоже касается не обоснованного «водопроводящего разлома».

Наша принципиально иная тектоническая модель района источника была составлена 28 лет назад [4 и др.]. Она заключается в обосновании здесь регионального, пологого Подгорного тектонического меланжа из обломков разных пород. Магматические разновидности в многочисленных разновеликих глыбах, фрагментарно выходящих в районе очень разные. Они определяются как трахиты, диориты, кварцевые диориты, плагиограниты, диабазы (долериты) и габбро-диабазы, габбро-нориты, кварцевые порфиры и др. Осадочные породы в кластолитах представлены верхнеюрскими известняками, среднеюрскими песчаниками и фрагментами флиша. Форма глыб разная, размеры до 1–5 м. В курумах, на склонах горы Чамны-Бурун, они угловатые и явно обломаны эндогенными силами на краях массива. В участках слабо обнаженного передробленного матрикса хаотично расположены полуокатанные кластолиты (до 10–20 и более метров), а также уникальные «глыбы-шары» с диаметром 1–6 м. Последние мы интерпретируем как тектонические закатыши, образованные при галтовке в Подгорном шарьяжном меланже. Севернее и восточнее на поверхность хаотично выходят 8 крупных кластолитов, размерами до первых сотен метров. Вследствие большей твердости пород, они образуют отдельные холмы (Деве-Даг, Чунгур-Кая, Терс-Хыр и др.). Вместе с более мелкими глыбами они формируют характерные для меланжей «пипочные формы рельефа».

Небольшие хорошо окатанные обломки под источником Ай-Йори представляют собой валуны из дезинтегрированной оксфорд-киммериджской молассы, обнаженной южнее и восточнее. Выше, вдоль дороги, расположены крупные тектонические закатыши из диоритов среди дресвы из алевролитов.

Матрикс меланжа представлен хаотически смятыми, черными часто ороговикованными алевролитами и песчаниками таврической формации. В них встречаются мелкие жилки кварца, проявления алуштита и хлорита. Рассланцевание в матриксе пологое, с наклонами до 30° на северо-запад. Оно отражает положение тектонического контакта в основании массивов Бабуган-Яйлы и Чамны-Бурун. О том же свидетельствует извилистая форма кровли Подгорного меланжа на карте, которая следует изолиниям горного рельефа. Местами в районе источника обнажены «мягкие кластолиты» — небольшие фрагменты не полностью передробленного флиша, а также дуплексированные надвигами обломки слоев среднеюрских песчаников с растительным детритом. Из-за хаотического строения нормальные складки, моноклинали и другие реальные структуры, а также значительные выходы однотипных пород, здесь отсутствуют.

«Коллекция» осадочных и магматических пород, по которым под землей проходит вода источника Ай-Йори, отражается на составе растворенных в ней солей. Гидрогеологами выявлена интересная закономерность. В паводки вода изливается

пресная, гидрокарбонатно-кальциевая, а в межень — слабominеральная хлоридная магниевно-натриевая с большим набором микроэлементов.

С позиций меланжевой модели строения это объясняется так. Изначально вода источника накапливается и стекает из карстовых полостей Бабуган-Яйлы. От края массива до источника Ай-Йорй (3 км вниз по горному склону на северо-восток) вода карстового генезиса проходит по подземному суффозионному каналу в бескарбонатных образованиях делювия и меланжа. В паводки она пресная, карстовая. В межень происходит более длительное растворение многообразных по составу пород Подгорного меланжа, и вода становится слабominеральной. То есть, генетически источник Ай-Йорй суффозионно-карстовый. Он обусловлен положением у края бескорневых кластолитов горы Чамны Бурун и скалы Ай-Йорй в Подгорном меланже и питается карстовыми водами Бабуганского массива. Оснований для выделения здесь гипотетических вертикальных водопроводящих «разломов» нет и данных о глубинных термальных водах тоже.

Схожий генезис имеет минеральный источник **Чёрная вода**, расположенный в 3 км северо-западнее от села Соколиное в другом меланже. Во всех публикациях декларируется, что вода там выходит из «глубинного разлома» и «из глубинных горизонтов сланцев таврической серии». На самом деле ни одного из 4-х признаков «глубинного разлома» там нет. Источник выходит из зоны регионального надвигового Соколинского меланжа, осложненного на юге Мраморным ретронадвигом, по которому надвинуты среднеюрские песчаники и алевролиты (рис. 3, карта и разрез А). Различный состав воды и газов в трех грифонах источника и в расположенной в 10 м неглубокой скважине, объясняется выщелачиванием очень разных по составу глыб и матрикса Соколинского меланжа [4]. Он состоит из перетерренных терригенных и вулканогенных пород с возрастом Т3–J2 и К1.

Многочисленные источники вдоль южного края Ай-Петринского массива от Бабуган-Яйлы до мыса Айя, связаны с зоной надвига (рис. 5). На их дебит существенно влияет выявленная нами сложная морфология основания массива [11]. Так, на юго-востоке в полосе, шириной 2–5 км, подошва олистоплака имеет уклон к морю (рис. 5). Причем у поверхности известняки в этой полосе наоборот, наклонены на северо-запад под углами 10–40° и осложнены надвигами [5, 6, 11].

Похожая тектоника определяет положение многочисленных мелких и крупных источников на северо-западном крае Ай-Петринского олистоплака (рис. 5). Главным фактором там является положение в зоне прокарстованных гравигенных брекчий в основании массива и форма его подошвы. Это связано с тем, что олистоплак подстилается водоупорными глинисто-терригенными породами таврического флиша, среднеюрской молассы и локально доказанным в ряде участков глинами нижнего мела (рис. 5). Крупные вклюдзы (Пания, и Скульский) также не связаны с «разломами», которые противоречиво рисовали на месте их расположения. Они обусловлены моноклинальным уклоном подошвы массива к северо-западу (рис. 5). Полевыми исследованиями и дешифрированием хорошо обнаженных на яйле известняков, «разломов» через вклюдзы не обнаружено [4, 5]. Это подтверждается и трассерами движения подземных вод (рис. 5)

Кроме описанных выше, на южном склоне Главной гряды известны многочисленные малодобитные пересыхающие источники в основании небольших оползневых массивов Массандровской олистостромы [4]. Наиболее известные из них, Могаби и Ласпи, окружены мелкими выходами подземных вод (рис. 5). В основании оползающих олистолитов из верхнеюрских известняков также расположена зона брекчирования и хаотической трещиноватости, а ниже — водонепроницаемые породы смятого таврического флиша и меланжей по нему.

Субмаринные источники на дне Черного моря выявлены в участках, где крупные массивы или хаос обломков из оползающих к морю верхнеюрских известняков Массандровской олистостромы подступают к берегу (рис. 5). Малодобитные источники такого типа известны у мыса Сарыч и Ай-Тодор, у поселков Гурзуф и Бондаренково. Их связь с эндогенными разломами в основании, сложенном глинистыми породами Южнобережного меланж отсутствует.

Подводные источники у мыса Айя — наиболее известные и изученные в Крыму. Пресная вода дебитом в разные годы от 4 до 10 тыс. м³/сут. выходит из основания высоких обрывов верхнеюрских известняков в 300-метровой береговой зоне севернее небольшого мыса Пелекетто (в 1600 м к северо-западу от самого мыса Айя), [12-14 и др.] Гидрогеологами установлены 14 неглубоких подводных источников в восьми гротах и небольших пещерах. Кроме того, в 30-50 м от основания обрывов на глубинах 20–55 м на пологом песчаном дне обнаружено еще 10 выходов опреснённых вод (<https://mardasov.ru/category/wrecks/>).

Представления о тектонике этого района были дискуссионные и противоречивые. Мнения о связи субаквальных источников с реальными структурами схематично базировались на устаревшей концепции фиксизма и не отражали реальные тектонические структуры [2, 3 и др.] По-разному выделяемые прямолинейные линеаменты необоснованно считались водопроводящими «сбросовыми разломами». Пример тому «Биюк-Синорский сбросо-сдвиг», считавшийся водоконтролирующим для этих субаквальных источников.

100-летнее представление о стратиграфическом контакте в основании верхнеюрского карбонатного комплекса по итогам нашей проверки оказалось ошибочным [4, 6]. Южнее мыса Айя подошва известняков полностью отпрепарирована абразией [5, стр. 19, 20, 21]. Там четко видна многометровая зона субгоризонтального тектонического расщепления и брекчирования известняков, под которой залегает не стратон средней юры, а матрикс Подгорного меланжа.

В нашей интерпретации тектоника района субаквальных источников севернее мыса Айя следующая. В высоких вертикальных обрывах обнажена зона западного основания крупного, 8x10 км олистолита Кокия-Бель [4]. Массив сложен верхнеюрскими известняками и конгломератами. Они стратиграфически перекрыты породами нижнего мела, которые сползли в составе Горнокрымской олистостромы [4]. Обе толщи падают на север-северо-восток под углами 10–40° [6].

Подошва же олистолита наоборот, полого погружается на запад с высоты 400 м на востоке до уровня моря и на 50 м ниже его у м. Айя (рис. 5). Гравигенные брекчии и многочисленные разнонаправленные трещины торошения в основании массива образовались при оползании с юга в конце раннего мела. В кайнозой они были

усложнены надвигами северного и ретронадвигами южного наклона с региональным Подгорным меланжем. Прохождения поверхностных сейсмических волн при крымских землетрясениях сформировали трещины отпора параллельно обрывам берега. Все это обусловило хаотическую трещиноватость в районе источников, влияющую на положение водоносных карстовых полостей (рис. 6).

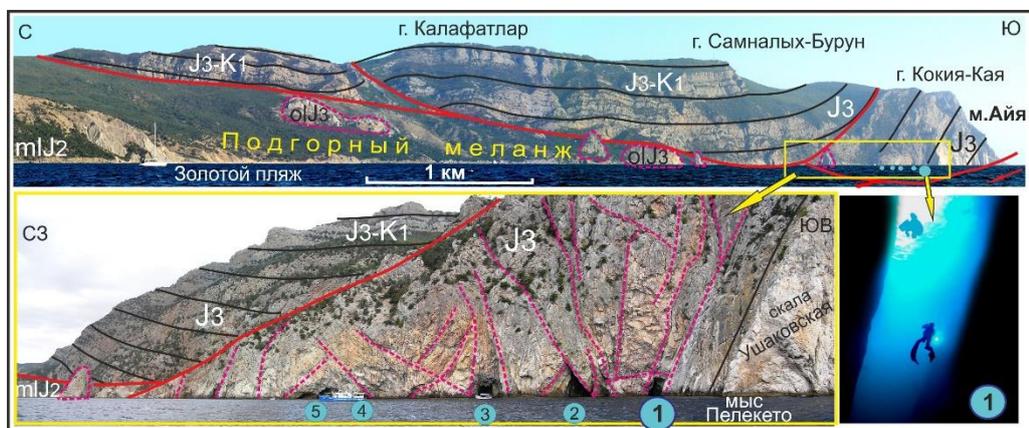


Рис. 6. Тектонические структуры близ субаквальных источников севернее мыса Айя. 1–5 гrotы с выходами пресных вод; 1 — Большой, 2 — Екатерины, 3 — Боковой, 4 — Дыхание Дракона, 5 — Зубчатый (условные обозначения см. на рис. 1 и 5).

Составлено автором.

Общий тектонический контроль источников заключается в их положении во фронтальной зоне высокоамплитудного надвига (шарьяжа), подстилаемого водонепроницаемыми глинистыми породами Подгорного меланжа. Микстит выходит на поверхность южнее и севернее вертикальных береговых обрывов [5], (рис. 6) Атмосферные осадки стекают по трещинам и карстовым полостям известнякового массива и концентрируются у его основания. Выходы пресной воды приурочены к наиболее погруженной части подошвы олистолита (рис. 5, 6 верхний разрез). Подчеркнем, что южнее Ушаковской скалы в высоких обрывах на расстоянии 1 км в известняках присутствуют многочисленные гrotы-трещины даже большего размера, чем Большой гrot, но источников в них нет. Это связано с поднятием подошвы олистолита и стоком воды в наиболее опущенную его часть.

То есть, главный источник «Большой гrot» приурочен к основанию хаотических субвертикальных трещин торошения в брекчированных верхнеюрских известняках севернее менее нарушенной рифогенной Ушаковской скалы [5, 6]. Диаклазы хорошо видны с моря (рис. 6) и в клипах подводных съемок. «Разлома» здесь нет. Один надвиг проходит ниже, по подошве олистолита, второй — расположен выше (рис. 5, 6).

Источники Предгорного Крыма связаны с иными тектоническими условиями и породами. Главной структурой там является Куэстовая моноклинал из карбонатных мел-кайнозойских пород, которые полого, под углами 5–15°, наклонены

на север-северо-запад. Традиционно считалось, что моноклиналь почти не нарушена разрывами. Исключениями были противоречивые и бездоказательные поперечные и диагональные субвертикальные «водоносные тектонические разломы», которые много лет и поныне выделяются на авторских и государственных гидрогеологических и геологических картах [2, 3, 15 и др.].

Нами в основании меловых отложений вдоль плоскости стратиграфического углового несогласия с киммерийским структурным этажом и выше, почти повсеместно обнаружены продольные субпослойные надвиги, сопровождаемые локальными принадвиговыми складками. Их крылья наклонены до углов 40–70°. [4, 5, 6]. На основании комплекса данных вдоль всего Предгорного Крыма был выделен молодой неоген-четвертичный субпослойный Подкуэстовый надвиг пологого северного наклона [16]. Он сопровождается брекчированием и тектонизацией нижнемеловых известняков, песчаников, гравелитов и глин. Горизонтальная амплитуда разрыва составляет от сотен метров на западе, до первых километров на востоке Крыма. Вследствие современной активности и брекчирования, зона надвига представляет собой водопрводящую зону, полого наклоненную на ССЗ. В условиях расчлененного рельефа её выход на поверхность имеет извилистую форму. На возвышенных участках зона разрыва поглощает атмосферные осадки и поверхностные воды, формируя на глубине севернее, водоносный горизонт артезианских бассейнов Равнинного Крыма.

В пониженных участках между Главной и Внутренней грядами гор Подкуэстовый надвиг контролирует выходы многих источников. Примеры тому описаны в публикациях [4, 5, 16, 17]. Например, родник водозабора Вербочки (в 1,5 км к ЮЗ от села Трудюлюбовка) приурочен к тектоническому контакту основания нижнемеловых известняков и подстилающего Симферопольского меланжа с глинистым матриком (рис. 7). Водопрводящие брекчии вскрыты восточнее в Первомайском карьере, где видна разная по толщине зона брекчированных известняков (рис. 7А, фото справа).

Другой пример, у села Высокое, детально описан в статье [17], (рис. 7-Б). Серия родников там приурочена не к вертикальному «разлому», а к пологому тектоническому контакту нижнемеловых конгломератов и известняков с подстилающим их глинистым Мартовским меланжем. Похожий тектонический контроль источников субпослойными надвигами развит в кровле глинистых нижнемеловых отложений, у с. Радостное, под горой Кубалач и др.

В заключение нельзя не отметить очень сложную тектонику у многочисленных малодобитных пересыхающих источников минерализованных сульфатных и гидрокарбонатно-натриевых вод из таврического флиша, терригенных пород средней юры и меланжей по ним на всем Южном склоне гор до береговых клифов и литорали (рис. 1, 5). Хаотические и складчато-надвиговые структуры в этой зоне хорошо изучены [4, 5, 6, 7, 8 и др.]. Оснований для рисовки вертикальных «водопрводящих разломов» [2, 3, 15 и мн. др.] не обнаружено. Эти источники связаны с суффозией в принадвиговых тектонитах и с трещинами торошения в результате прохождения приповерхностных сейсмических волн [4].



Рис. 7. Источники, приуроченные к Подкузетовому надвигу: А — в селе Трудолюбовка (у реки Бодрак), Б — в селе Высокое (в бассейне реки Бельбек).
Составлено автором.

ВЫВОДЫ

1. В Горном Крыму главные естественные источники подземных вод расположены в основании массивов из верхнеюрских известняков (олистолигов и олистоплак Горнокрымской и реже Массандровской олистостром). Они подстилаются зонами эндогенных и гравигенных брекчий, под которыми расположены водонепроницаемые комплексы более молодых раннемеловых глин, а также тектонических меланжей и таврического флиша. В основании карстовых массивов источники приурочены к послойным брекчиям, к полого залегающим кавернозным слоям, и реже — к вертикальным трещинам торошения, образованным при перемещении по подстилающим разрывам.

2. Положение крупных включов дополнительно контролируется рельефом подошвы карстовых массивов с большой водосборной площадью. К наиболее благоприятным относятся крупные моноклинали подошвы (как для включов Аянский, Карасу-Баши) и такие же участки её прогибов (Кизил-Кобинский, Айя). Карстовые воды — пресные, а минерализованные образуются при растворении ими разных по составу осадочных и магматических пород в зонах меланжей.

3. Традиционные представления фиксизма о приуроченности естественных источников к субвертикальным «разломам» — ошибочны. Подтверждений вертикальных прямолинейных «водопроводящих разломов», противоречиво

выделяемых разными авторами в течение многих лет, не обнаружено. То же касается ювенильных вод. Мнения в печати, что подземные воды в Крыму в огромных объемах поднимаются с больших глубин по «водопродводящим разломам» и могут быть использованы для питьевых и хозяйственных нужд — заблуждение [1].

4. В последние годы в Крыму идет очень активное строительство городов и курортных поселков с резким ростом числа новых жителей и рекреантов. При этом мы можем рассчитывать только на атмосферные осадки с территории полуострова. Только они наполняют реки, источники и подземные воды, в том числе артезианских бассейнов. В предстоящие засушливые годы активное строительство и заселение Крыма может привести к серьезным экологическим проблемам, при которых рассчитывать на ювенильные источники глубинных вод не следует.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность Б.А. Зайцеву, С.В. Юдину, Е.А. Шибяеву и другим коллегам за полезные обсуждения и замечания. Статья написана по личной инициативе, без финансовой поддержки, за свой счет.

Список литературы

1. Юдин В.В. О «глубинной гидросфере Крыма» и поисках пресных ювенильных вод // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2022. Том 8 (74). № 1. С. 204–218.
2. Геология СССР. Т. 8. Крым. Ч. 1. Геологическое описание / М.: Недра, 1969. 575 с.
3. Гидрогеология СССР. Т. 8. Крым. М.: Недра. 1970. 365 с.
4. Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Монография. Симферополь, ДИАЙПИ, 2011. 336 с.
5. Юдин В.В. Геология Крыма. Фотоатлас. Симферополь. ИТ «Ариал», 2017. 160 с.
6. Юдин В.В. Геологическая карта и разрезы Горного, Предгорного Крыма. Масштаб 1:200000. Изд. второе, дополненное. Санкт-Петербург, Картограф. фабрика ВСЕГЕИ, 2018.
7. Юдин В.В. Тектоника Карабийского массива в Крыму // Ученые записки Крымского федерального университета. География. 2019. Том 5 (71). №1. С. 270–302.
8. Юдин В.В. Проблемы основания Чатырдагского и Караби-Долгоруковского карстовых массивов в Крыму. М-лы Всероссийской научно-практич. конф. II Крымские карстологические чтения. «Изучение и использование естественных и искусственных подземных пространств и закарстованных территорий». Симферополь, 2018а. С. 14–19.
9. Юдин В.В. Грязевой вулканизм в Горном Крыму // Доклады РАН, М., 1995. т. 341. № 3. С. 395–398.
10. Юдин В.В. Тектоника карстового массива Чатырдаг в Крыму // Спелеология и карстология. № 8. 2012. С. 5–17.
11. Юдин В. В. Проблемы основания Ай-Петринского карстового массива в Крыму. М-лы Междунар. научно-практич. конф.: III Крымские карстологические чтения. «Теория и практика современной карстологии и спелеологии». Симферополь, 2021. С. 100–105.
12. Юровский Ю.Г., Юровская Т.Н. Субмаринная разгрузка трещинно-карстовых вод в юго-западном Крыму // Геологический журнал. 1986. Т. 46. № 3. С. 58–63.
13. Юровский Ю.Г. Подземные воды шельфа задачи и методы изучения. Симферополь: ДИАЙПИИ, 2013. 148 с.
14. Каюкова Е.П., Юровский Ю.Г. Водные ресурсы Крыма // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. 2016. № 1. С. 25–32.
15. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:1000000. Третье поколение. Серия Скифская. Лист L–36– Симферополь. Геологическая карта дочетвертичных образований, автор Фиколина Л. А., гл. научный редактор Белецкий С. В. Изд-во ВСЕГЕИ, 2019.

16. Юдин В.В. Подкуэстовый надвиг Крыма. / «Полевые практики в системе высшего профессионального образования», IV Международная конференция. Тезисы докл. Крым, с. Трудолюбовка 29.07-6.08.2012. Симферополь, ДИАЙПИ, 2012. С. 87–89
17. Юдин В.В. Тектоника Бельбекского района в Крыму // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. Том 6 (72). №2. 2020. С. 338–360.

TECTONICS AROUND THE SOURCES OF UNDERGROUND WATERS OF CRIMEA

Yudin V. V.

*Interregional Public Organization Crimean Academy of Sciences, Simferopol, Russia
E-mail: yudin_v_v@mail.ru*

The purpose of the article is to identify the specific proximity of groundwater sources to areas of certain tectonic structures, which is extremely important for optimizing water use in the arid Crimea. The tectonic structure is considered near the most representative natural water outlets near the surface and in the adjacent water area of the Black Sea. It is shown that the sources are confined to the zones of brecciation of rocks in the displacers of shallow fractures of different morphology, kinematics, amplitude and genesis.

Maps, photos, and sections show and describe the tectonics around large sources of various types of floodgates: Karasu-Bashi, Kizil-Koba, Yeni-Sala-3, Ayansky, Ai-Yori, and subaqueous ones near Cape Aya. The sources of the Foothill Crimea caused by the gentle Podkuestovym thrust of the northern slope (at the villages of Vysokoe, Trudolyubovka, Veseloe), as well as low-flow drying outflows of suffusion waters in terrigenous rocks of the Tauride Formation and in melanges, are considered separately.

In the Mountainous Crimea, the main springs are located at the base of massifs of Upper Jurassic limestones (olistolites and olistoplak of the Gornokrymskaya and lesser Massandra olistostrom. They are underlain by zones of endogenous and gravigenic breccias, under which water-resistant complexes of younger Early Cretaceous clays, tectonic melanges, and older rocks are located. At the base of the karst massifs themselves, the sources are confined to the lithological differences of the hollow layers and less often to vertical fractures formed during movement along the underlying sublayer flates.

The position of large floodgates is additionally determined by the revealed relief of the foot of karst massifs with a large catchment area. The most favorable ones include large monoclines in the base (for example, the Ayansky and Karasu-Bashi vaucuses), as well as the bases of trough-shaped sections (Kizil-Kobinsky, Aya).

The traditional ideas of fixism about the association of natural sources with subvertical "faults" are erroneous. No evidence has been found for the previously identified vertical rectilinear "plumbing faults", which have been inconsistently identified by different authors for many years. The same applies to deep juvenile waters. Declarations in the press that groundwater in Crimea rises in huge volumes from great depths along "plumbing faults" and can be used for drinking and household needs are a dangerous misconception [1].

In recent years, there has been a very active construction of cities and resort towns in Crimea, with a sharp increase in the number of new residents and recreationalists. At the same time, it should be understood that we can only rely on precipitation from the peninsula.

They are the only ones that fill springs and groundwater, including artesian basins. In the coming dry years, the active construction and settlement of Crimea will lead to serious environmental problems, and one should not rely on juvenile sources of deep waters.

Keywords: Crimea, hydrogeology, tectonics, magmatism, karst, suffusion, springs.

References

1. Yudin V.V. O «glubinnoj gidrosfere Kryma» i poiskah presnyh juvenil'nyh vod // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologija. 2022. Tom 8 (74). № 1. pp. 204–218.
2. Geologija SSSR. T. 8. Krym. Ch. 1. Geologicheskoe opisanie / M.: Nedra, 1969. 575 p.
3. Gidrogeologija SSSR. T. 8. Krym. M.: Nedra. 1970. 365 p.
4. Yudin V.V. Geodinamika Kryma. Monografija. Simferopol', DIAJPI, 2011. 336 p.
5. Yudin V.V. Geologija Kryma. Fotoatlas. Simferopol'. IT «Arial», 2017. 160 p.
6. Yudin V.V. Geologicheskaja karta i razrezy Gornogo, Predgornogo Kryma. Masshtab 1:200000. Izd. vtoroe, dopolnennoe. Sankt-Peterburg, Kartograf. fabrika VSEGEI, 2018.
7. Yudin V.V. Tektonika Karabijskogo massiva v Krymu // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta. Geografija. Geologija. 2019. Tom 5 (71). №1. S. 270–302.
8. Yudin V.V. Problemy osnovanija Chatyrdagskogo i Karabi-Dolgorukovskogo karstovyh massivov v Krymu. M-ly Vserossijskoj nauchno-praktich. konf. II Krymskie karstologicheskie chtenija. «Izuchenie i ispol'zovanie estestvennyh i iskusstvennyh podzemnyh prostranstv i zakarstovannyh territorij». Simferopol', 2018a. pp. 14–19.
9. Yudin V.V. Grjazevoj vulkanizm v Gornom Krymu // Dokl. RAN, M., 1995. t. 341. № 3. pp. 395–398.
10. Yudin V.V. Tektonika karstovogo massiva Chatyrdag v Krymu // Speleologija i karstologija, № 8, Simferopol', 2012. pp. 5–17.
11. Yudin V.V. Problemy osnovanija Aj-Petrinskogo karstovogo massiva v Krymu. M-ly Mezhdunar. nauchno-praktich. konf.: III Krymskie karstologicheskie chtenija. «Teorija i praktika sovremennoj karstologii i speleologii». Simferopol', 2021. pp. 100–105.
12. Yurovskij Yu. G., Yurovskaja T. N. Submarinnaja razgruzka treshhinno-karstovyh vod v jugo-zapadnom Krymu // Geologicheskij zhurnal. 1986. T. 46. № 3. pp. 58–63.
13. Yurovskij Yu. G. Podzemnye vody shel'fa zadachi i metody izuchenija. Simferopol': DIAJPI, 2013. 148 p.
14. Kajukova E.P., Yurovskij Yu.G. Vodnye resursy Kryma // Geojekologija, inzhenernaja geologija, gidrogeologija, geokriologija. 2016. № 1. pp. 25–32.
15. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta RF masshtaba 1:1000000. Tret'e pokolenie. Serija Skifskaja. List L-36– Simferopol'. Geologicheskaja karta dochetvertichnyh obrazovanij, avtor Fikolina L. A., gl. nauchnyj redaktor Beleckij S. V. Izd-vo VSEGEI, 2019.
16. Yudin V. V. Podkujestovyy nadvig Kryma. / «Polevye praktiki v sisteme vysshego professional'nogo obrazovanija», IV Mezhdunarodnaja konferencija. Tezisy dokl. Krym, s. Trudoljubovka 29.07-6.08.2012. Simferopol', DIAJPI. 2012a. pp. 87–89
17. Yudin V.V. Tektonika Bel'bekskego rajona v Krymu. // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologija. Tom 6 (72). №2. 2020. pp. 338–360.

Поступила в редакцию 03.03.2025

РАЗДЕЛ 5.
ГЕОФИЗИКА И СЕЙСМОЛОГИЯ

УДК 550.34

КИНЕМАТИКА СЕЙСМОГЕНЕЗА СРЕДНЕКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА.

**Статья 1. ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ
И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ**

Вольфман Ю. М.¹, Колесникова Е. Я.²

^{1,2}*Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация*
E-mail: ¹seism.volf@gmail.com

Одним из проявлений геодинамической нестабильности сейсмоактивных регионов являются инверсии полей напряжений. Они находят отражение в фокальных механизмах землетрясений, возникших в противоположных кинематических обстановках. В работе исследованы инверсии процесса сейсмогенеза Среднекаспийского региона, обусловленные периодически действующими доминирующими напряжениями юго-юго-западного–северо-северо-восточного сжатия и растяжения. Первые из них являются индикаторами современных проявлений орогенеза и надвигообразования в районах Большого Кавказа и Копетдага. Обстановки растяжения отражают процессы деструкции в северном борту котловины с корой субокеанического типа — Южно-Каспийской впадины.
Ключевые слова: землетрясения, сейсмогенез, кинематические обстановки, инверсии, системы напряжений, оси сжатия (растяжения), фокальный механизм.

ВВЕДЕНИЕ

Сейсмоактивные области представляют собой весьма динамичные геосистемы, в пределах которых кардинальные изменения напряженно-деформированного состояния геологической среды, происходящие в течение относительно коротких промежутков времени, обуславливают высокую степень вариативности кинематических обстановок сейсмогенеза. Они находят отражение как в смене характера напряженного состояния среды — сжатия или растяжения, так и в различии ориентировок осей главных напряжений в очагах землетрясений, предопределяя, тем самым, гетерогенный характер большинства сейсмогенных зон [5, 38]. Наиболее ярко это проявляется при инверсии сейсмогенирующих полей напряжений (от лат. *inversio* — «переворачивание»), которая находит отражение в фокальных механизмах землетрясений, возникших в противоположных кинематических обстановках [3, 4, 32].

В настоящее время представления о кинематике сейсмогенных зон зачастую формируются на основе пространственной приуроченности землетрясений к разрывным геоструктурам региона разного масштаба, структурно-кинематического типа и генезиса. В случае противоречивых толкований природы этих геоструктур разными авторами, сейсмогенным зонам, как правило, присваиваются характеристики, отражающие геодинамические предпочтения самого исследователя. При этом не учитываются изменения напряженно-деформированного состояния среды и их роль в геодинамике сейсмоактивных регионов. Подобное отождествление спорных или недостаточно

обоснованных структурно-кинематических параметров разломной геоструктуры и пространственно совмещенной с ней сейсмогенной зоны нередко искажает представления о тектонических предпосылках возникновения сейсмичности региона и приводит к ошибочному толкованию современных геодинамических процессов.

Актуальность настоящей работы обусловлена необходимостью исследования напряженно-деформированного состояния земной коры и его изменений в очагах землетрясений основных сейсмогенных зон для уточнения представлений о современной геодинамике Среднекаспийского региона во всем многообразии ее проявлений.

Целью исследований являлись идентификация кинематических (в том числе, инверсионных) обстановок региона, определение их роли в общем процессе сейсмогенеза и пространственно-временной анализ их проявления в пределах районов с разным геологическим строением.

Предметом исследований послужили совокупности фокальных механизмов землетрясений, которые пространственно приурочены к основным разрывным геоструктурам Среднекаспийского региона, разграничивающим платформенные и складчатые области. Соответственно, *объектом исследования* в настоящей работе являлась наиболее протяженная и структурно выраженная зона высокой сейсмической активности, приуроченная к границе альпийского пояса и Скифско-Туранской плиты, которая также разграничивает (в акваториальной части региона) области с земной корой континентального и субокеанического типов.

Алгоритм исследований включает: а) изучение инверсионных кинематических обстановок сейсмогенеза, являющихся доминантными и играющими значимую роль в современной геодинамике региона; б) анализ трансформаций сейсмогенерирующих полей напряжений в процессе регионального сейсмогенеза. Соответственно, результаты работы приводятся в двух статьях, первая из которых отражает пространственно-временные особенности проявления инверсионных обстановок сейсмогенеза. Во второй статье (публикация которой предполагается в одном из следующих номеров журнала) анализируются типы трансформаций первичных полей напряжений и закономерный характер проявления этих трансформаций как в Среднекаспийском регионе, так и в пределах иных сейсмоопасных территорий.

В ряде публикаций отмечалось, что в пределах сейсмоактивных областей кардинальные изменения условий формирования землетрясений происходят в течение коротких промежутков времени [9, 32, 35, 38]. Так, наличие короткопериодных импульсов сжатия и растяжения коры по данным анализа фокальных механизмов землетрясений было обосновано О. И. Гуценко [9]. Явление инверсии кинематических обстановок установлено при реализации Газлийских землетрясений 1976–1984 годов, в очагах которых происходила переориентировка тензора напряжений от юго-юго-западного (8.04.1976 г.) до восточно-юго-восточного (19.03.1984 г.) сжатия [32]. Инверсионный характер сейсмогенеза отмечается не только в земной коре, но и в верхней мантии, например, в области Вранча [27, 38]. Даже в областях, считавшихся асейсмичными, в центре Украинского щита (г. Кривой Рог, Украина) произошли землетрясения в противоположных кинематических обстановках — субширотного (25.12.2007 г.) и субмеридионального (23.06.2013 г.) сжатия [21, 22]. На геодинамическую нестабильность и наличие короткопериодных, в том числе,

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

инверсионных, изменений сейсмогенеза указывают и механизмы очагов землетрясений, локализованных в пределах Каспийского моря и смежных территорий [11, 12, 34].

КРАТКАЯ ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНА

Тектоническое районирование региона. Район исследований охватывает центральную часть Каспийского моря и примыкающие к ней территории Кавказа и Копетдага, характеризующиеся сложным геологическим строением [2, 7, 13, 15, 19, 29], активной геодинамикой [16, 17, 24, 25, 33] и специфическими особенностями строения литосферы [1, 14, 26, 28]. Основные особенности строения региона определяют крупные геоструктурные элементы, различающиеся возрастом, генезисом и составом слагающих их образований (с севера на юг) [18]: юго-восточная окраина древней Восточно-Европейской платформы, молодая (главным образом, эпигерцинская) Скифско-Туранская плита и структуры Альпийского орогенно-складчатого пояса – покровно-надвиговые системы Большого Кавказа и Копетдага, а также смежные с ними передовые прогибы и межгорные впадины (рис. 1а).

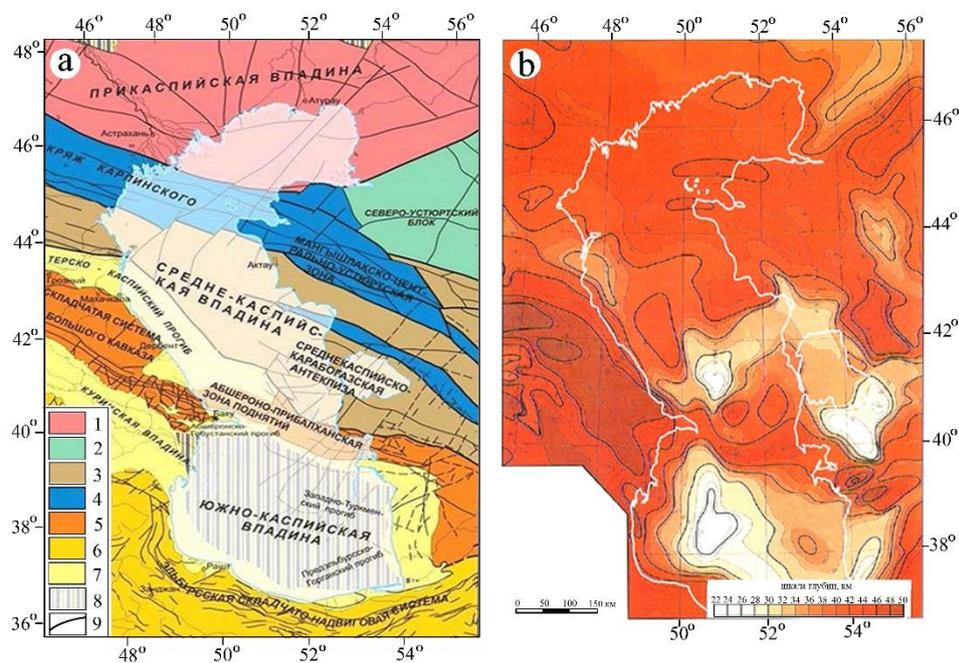


Рис. 1. Тектоническое районирование Каспийского региона (а), по [18], и карта рельефа поверхности раздела Мохо (б), по [7]. Условные обозначения: 1–4 — фундамент платформенных областей (1 — раннедокембрийский, 2 — байкальский, 3 — герцинский, 4 — раннекиммерийский); 5–6 — альпийские складчато-покровные системы (5 — Большой Кавказ и Копетдаг, 6 — Малый Кавказ, Талыш, Эльбурс); 7 — передовые прогибы и межгорные впадины; 8 — впадина с корой океанического типа; 9 — разрывные нарушения, соответствующие границам крупных геоструктур. Составлено авторами по [17, 18].

Возраст пород, слагающих фундамент платформенных областей, колеблется от докембрийского (Восточно-Европейская платформа) до позднепалеозойско-раннетриасового и триас-юрского (в основании Скифско-Туранской плиты). Поверхность фундамента разбита на отдельные блоки разрывными нарушениями, в основном, западно-северо-западного (общекавказского) простирания, которые предопределяют общий структурный рисунок региона. Граница между древней Восточно-Европейской и молодой Скифско-Туранской платформами проводится вдоль северного склона Кряжа Карпинского и Северо-Устюртского блока (рис. 1а).

Граница Скифско-Туранской платформы и покровно-складчатых структур Альпийского пояса проходит вдоль северного борта Терско-Каспийского прогиба и Апшероно-Прибалханской зоны поднятий.

Мощность земной коры в пределах Каспийского моря и примыкающих к ней территорий изменяется от 20 до 58 км (рис. 1б). Резкие градиенты этих изменений установлены на склонах Большого Кавказа и в южном обрамлении Каспийского моря — в пределах Эльбурс-Малокавказской складчато-надвиговой системы, расположенной южнее исследуемого района. При этом Южно-Каспийская впадина (наиболее глубоководная часть с глубинами до 1025 м), отделенная от остального морского бассейна Апшероно-Прибалханской зоной поднятий, характеризуется относительно небольшими (22–30 км) глубинами залегания раздела Мохо [7, 31, 36 и др.], что позволяет отнести эту впадину к внутренним бассейнам субокеанического типа с редуцированной земной корой [18 и др.].

Системы активных разломов и сейсмичность Каспийского региона. По мнению [7, 39 и др.], структура земной коры региона предопределена наличием разрывных нарушений 2-х основных направлений — западно-северо-западного (общекавказского) и восточно-северо-восточного (антикавказского). В меньшей мере проявлены разрывы субмеридиональной ориентировки (так называемых уральской или каспийской систем). Первые два направления свидетельствуют о влиянии альпийских движений Кавказа на формирование земной коры, третье указывает на возможную роль позднеальпийских движений в регионе, унаследовавших древний (уральский) структурный рисунок [7].

Наиболее выраженными в регионе являются зоны активных разломов, формирующие фронтальную систему Кавказского орогена (в пределах исследуемого района), а также нарушения Эльбурс-Малокавказской складчато-надвиговой системы, расположенной к югу от района исследований и обрамляющей с юго-запада, юга и юго-востока бассейн Каспийского моря (обозначены, соответственно, цифрами 1 и 2 на рис. 2). В основной своей части эти системы нарушений отвечают высоким рангам достоверности, характеризуясь значительными скоростями относительных перемещений бортов разлома (>5 и $1-5$ мм/год) и высокой концентрацией деформаций внутри зон их динамического влияния [39, 40].

Меньшую роль играет система активных разломов общекавказского простирания в северной части Каспийского региона (цифра 3 на рис. 2 – вне пределов исследуемого района), приуроченная к осевой части Мангышлакско-Центрально-Устюртской зоны. Ее проявления оцениваются как менее достоверные (по сравнению с системами Кавказского орогена и Эльбурс-Малокавказской складчато-надвиговой

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

зоны), с относительно невысокими скоростями движений вдоль бортов разломов этой системы (<1 мм/год).

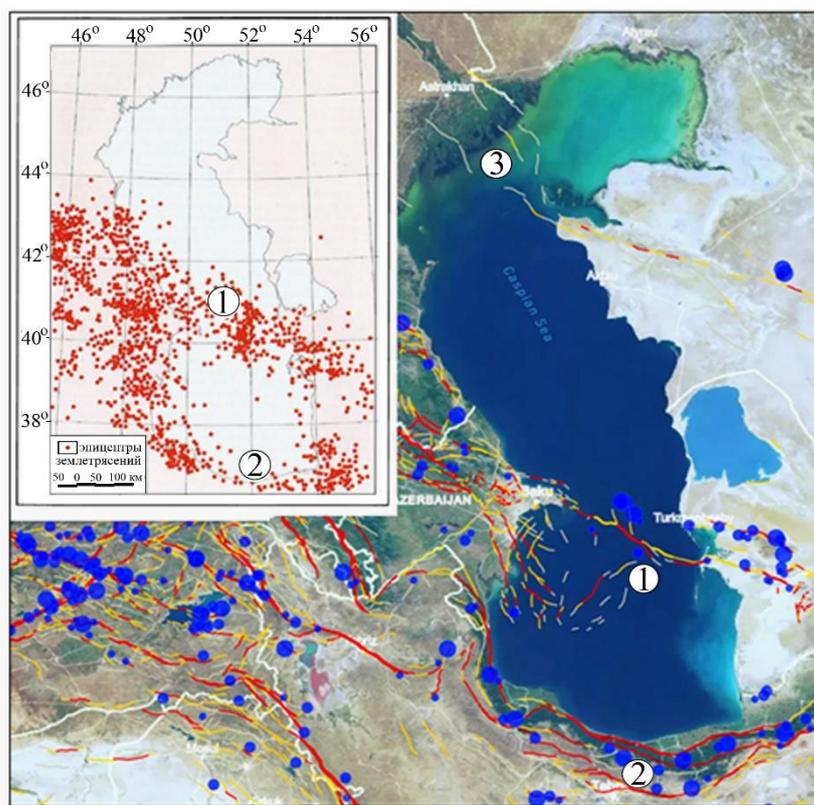


Рис. 2. Активные разломы (по [39, 40]) и сейсмичность (на врезке, по [7]) Каспийского региона. Цифрами обозначены основные системы разломов, контролирующей сейсмичность региона: 1 — Большекавказско-Копетдагская, 2 — Эльбурс-Малокавказская, 3 — Северо-Каспийская (Мангышлакско-Центрально-Устюртская).

Составлено авторами по [7, 39, 40].

Зоны субмеридионального (антикавказского) простираения, по мнению некоторых исследователей, «... соответствуют элементам трансорогенной системы деформаций, отражающей поперечные зоны сжатия и растяжения и сопутствующие им линейменты» [7, стр. 98]. Подобные структуры характерны для всего Альпийско-Азиатского (от Альп до Тянь-Шаня и Гималаев) и других орогенных поясов.

Сейсмичность Каспийского моря и прилегающих территорий в основном контролируется зонами активных на современном этапе разноранговых разломов

западно-северо-западного (общекавказского) простирания и в меньшей степени – поперечными к ним разрывными нарушениями (рис. 2).

Наиболее протяженная зона высокой сейсмичности региона расположена вдоль фронтальной системы Кавказского орогена [7, 30]. Она приурочена к границе альпийского пояса и Скифско-Туранской плиты, протягиваясь от сооружений Большого Кавказа и сопряженного с ними Терско-Каспийского прогиба, вдоль Апшероно-Прибалханской зоны поднятий до Копетдага (цифра 1 на рис. 2). В тектоническом отношении эта зона (обозначенная нами как Большекавказско-Копетдагская) представлена системами надвигово-складчатых и (как показали результаты анализа фокальных механизмов землетрясений, о чем будет сказано ниже) сбросовых разрывных деформаций. Последнее положение согласуется с данными других исследователей [7 и др.] о наличии как взбросовых, так и флексурно-сбросовых структур в пределах зон, пересекающих Средний Каспий с запада-северо-запада на восток-юго-восток.

Остальные сейсмогенные зоны находятся вне пределов исследуемого района. Одна из них сопряжена со структурами Эльбурс-Малокавказской складчато-надвиговой системы (обозначена цифрой 2 на рис. 2). Она опоясывает с юга Южно-Каспийскую впадину, протягиваясь от Малого Кавказа вдоль орогенной зоны Эльбурса, изменяя на восточном фланге региона свое направление на северо-восточное, в сторону Копетдага, где она сопрягается с первой — Большекавказско-Копетдагской зоной. Активные разломы в пределах этой зоны имеют падение в северных румбах, при этом в юго-западном обрамлении Каспийского моря они имеют наклон в северо-северо-восточном направлении, в пределах юго-восточной его периферии – в северо-северо-западном направлении [31], то есть в сторону Южно-Каспийской впадины субокеанического типа с редуцированной земной корой.

Северный Каспий в сейсмическом отношении является относительно слабоактивным. В его пределах зафиксированы малочисленные землетрясения в пределах Мангышлакско-Центрально-Устюртской зоны разломов (цифра 3 на рис. 2), значительно уступающие и в количественном, и в энергетическом отношении основным сейсмогенным зонам региона. Следует добавить, что в пределах Северного Каспия отсутствуют очаги землетрясений, для которых была бы выполнена реконструкция фокальных механизмов.

2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ

Методологическую основу исследований составил алгоритм одного из тектонофизических методов — структурно-кинематического [6, 8, 23], используемый применительно к данным о фокальных механизмах землетрясений. Этот алгоритм предполагает дифференциацию фокальных механизмов по типам деформационных режимов и по кинематическим обстановкам их формирования (разноориентированного регионального сжатия или растяжения) с последующим анализом пространственно-временного распределения землетрясений разных типов [5, 38]. При этом основные особенности регионального сейсмогенеза находят отражение:

- в многообразии *деформационных режимов* разрывообразования, идентифицированных в очагах анализируемых землетрясений;

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

- в разных *кинематических обстановках*, которые являются прямыми индикаторами неравновесного состояния данной геодинамической системы, отражая воздействие напряжений сжатия или растяжения в регионе и особенности ориентировок их главных осей относительно сторон света.

На первом этапе исследований для идентификации деформационных режимов в очагах использована классификация типов напряженного состояния геологической среды, в основу которой заложены соотношения углов наклона осей главных напряжений [6, 10, 23]. Прообразом этой классификации является положение Е. М. Андерсона о том, что для земной коры одно из главных нормальных напряжений, как правило, является субвертикальным, а два других – субгоризонтальными [37], обуславливая возникновение 3-х основных типов разрывных деформаций:

- взбросовых, когда субвертикальной является ось минимального сжатия (в фокальных механизмах — ось T), обусловленных обстановками прямого (без сдвиговой составляющей) сжатия. Ось T , которая, строго говоря, является «осью максимального растяжения или минимального сжатия», в данном конкретном случае, т. е. в обстановках сжатия, занимая субвертикальное положение является только «осью минимального сжатия», поскольку в природе не существует сколько-нибудь значимых факторов, способных обеспечить растяжение массива в вертикальном направлении, в то время как литостатическое давление (обеспечивающее эффект сжатия в этом же — вертикальном — направлении) присутствует постоянно, возрастая с увеличением глубины.;

- сбросовых, при субвертикальном положении оси максимального сжатия (применительно к фокальным механизмам — оси P), отражающих обстановки прямого (без сдвиговой составляющей) растяжения;

- сдвиговых — в случаях, когда вертикальное положение занимает промежуточная ось (ось N).

Отвечающие этим типам деформаций, соответственно, взбросовой, сбросовой и сдвиговой деформационные режимы, рассматриваются как основные (по [6] — «идеальные»), а поля напряжений, обусловившие проявления данных режимов, отнесены к разряду *нетрансформированных* (или *первичных*), в отличие от *вторичных* (*трансформированных*) систем напряжений, способствующих возникновению комбинаторных деформационных режимов – взбросо-, сбросо-сдвигового и других [5]. В трансформированных полях напряжений наличие сдвиговой составляющей, обусловившей возникновение очагов сдвиго-взбросового и взбросо-сдвигового типов, свидетельствует о смене обстановок прямого сжатия обстановками косого сжатия или *транспрессии*. Аналогично, наличие сдвиго-сбросовых и сбросо-сдвиговых фокальных механизмов указывает на воздействие полей напряжений, отвечающих условиям косого растяжения или *транстенсии*.

Следует отметить, что ведущая роль первичных полей напряжений, обусловивших возникновение основных – взбросового, сбросового и сдвигового — деформационных режимов в процессе сейсмогенеза, подтверждается преобладанием фокальных механизмов землетрясений, идентифицированных в пределах Средиземноморского складчатого пояса. Так, из 1886 землетрясений (за период с 1976 г. по 2020 г.), для которых идентифицированы фокальные механизмы, более 80% очагов образовалось под

воздействием именно этих полей напряжений [5]. Указанные особенности сейсмогенного разрывообразования предопределены общим характером развития планеты — горизонтальными перемещениями литосферных плит, сочленяющихся по системам конвергентных и дивергентных границ, к которым приурочены основные сейсмогенные пояса Земли.

Таким образом, понятие регионального сжатия в общем виде включает кинематические обстановки как прямого сжатия (без существенной сдвиговой составляющей), так и обстановки косоугольного сжатия — транспрессии, в которых сдвиговая составляющая играет значительную роль. Аналогичным образом, региональное растяжение определяется совокупностью обстановок, которые идентифицируются как прямое растяжение (без сколько-нибудь значительной сдвиговой составляющей), так и косое растяжение или трансенсия.

Прямые индикаторы тех или иных кинематических обстановок сейсмогенеза являются структурно-кинематические типы очагов землетрясений, позволяя идентифицировать:

- обстановки регионального сжатия, устанавливаемые по наличию очагов взбросового типа, отвечающих условиям прямого сжатия, а также — взбросо-сдвигового и сдвиго-взбросового типов, соответствующих обстановкам косоугольного сжатия или транспрессии;

- обстановки регионального растяжения, которым соответствуют очаги сбросового типа, образующиеся в обстановках прямого растяжения, и сбросо-сдвиговые и сдвиго-сбросовые, формирование которых происходило в условиях косоугольного растяжения — трансенсии.

Определение кинематических обстановок формирования очагов сдвиговых типов по данному критерию затруднительно и требует дополнительных данных о геодинамике региона, поскольку возникновение их с кинематической точки зрения равновероятно как в условиях сжатия, так и при растяжении земной коры.

Следующие (второй и третий) этапы исследований включают процесс унификации тензоров сейсмогенерирующих полей напряжений для групп очагов, характеризующихся общностью кинематических обстановок и деформационных режимов. С этой целью фокальные механизмы, имеющие близкие значения параметров и соответствующие одному полю напряжений, в процессе обработки на стереограмме объединялись в *структурно-кинематические парагенезисы сейсмогенных разрывов и смещений* (далее — структурно-кинематические парагенезисы или парагенезисы). Количественное наполнение этих парагенезисов, отвечающих тем или иным кинематическим обстановкам и деформационным режимам, являлось одним из критериев ранжирования соответствующих групп фокальных механизмов по их роли в процессе регионального сейсмогенеза.

Однако количественные соотношения очагов землетрясений разных типов не в полной мере характеризуют особенности сейсмичности региона, поскольку в состав выборки, составляющих структурно-кинематические парагенезисы, включены события разного энергетического уровня. По этой причине в процесс сопоставительного анализа привнесён дополнительный универсальный показатель — приблизительное количество выделившейся сейсмической энергии (в $\Sigma E \cdot 10^{12}$, Дж или в величинах логарифма

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

суммарной энергии — $I_g\Sigma E$) в очагах или в образуемых ими парагенезисах. Этот критерий, как будет показано ниже, более контрастно отражает особенности проявления разных кинематических обстановок и деформационных режимов в регионе.

Данный алгоритм обусловил последовательность решения комплекса задач, направленных на унификацию параметров фокальных механизмов разных структурно-кинематических типов, и на ранжирование (по степени значимости в общем процессе сейсмогенеза) образуемых ими совокупностей (парагенезисов), отвечающих разным кинематическим обстановкам.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДАННЫХ

Как отмечалось выше, в качестве объекта для исследования кинематических обстановок сейсмогенеза выбрана наиболее протяженная и структурно выраженная Большекавказско-Копетдагская зона, которая приурочена к границе альпийского пояса и Скифско-Туранской плиты, разграничивая (в акваториальной части региона) области с земной корой континентального и субокеанического типов.

Фактологической основой исследований послужили выборки данных по фокальным механизмам из сейсмических каталогов, размещенных на сайтах Европейско-Средиземноморского сейсмологического центра, Международного сейсмологического центра ISC, Global CMT Колумбийского университета и ФИЦ Единая геофизическая служба РАН [41, 42, 43, 44]. Также использованы данные о механизмах очагов, опубликованные в научной литературе [11, 12 и др.].

Объем анализируемой выборки составил 134 фокальных механизма. В нее вошли все идентифицированные очаги в широком энергетическом диапазоне: величины их магнитуд варьируются от 2.2 до 7.0. При этом большая их часть (73%) имеет значения $M > 4.0$; половина (50% выборки) имеет магнитуды со значениями $M \geq 5$ (табл. 1).

Очаги анализируемых землетрясений рассредоточены как в земной коре, так и в верхней мантии. Мелкофокусными, которые можно однозначно оценивать как коровые (с глубиной < 20 км) являются 44 события. В интервалах 20-30 км образовалось 13 очагов, на глубинах 30–40 км — 25. Учитывая возможные погрешности определения глубины очага и наличие субокеанической коры редуцированной мощности, они могут рассматриваться как пограничные — нижнекоровые или верхнемантийные. Остальные 52 землетрясения (31 — с глубиной 40–50 км, 13 — с глубиной от 50 до 60 км и 8, сформированных на глубинах более 60 км) являются относительно глубокофокусными, локализованными в верхней мантии литосферы региона.

Результаты анализа фокальных механизмов показали, что отвечающие обстановкам регионального сжатия очаги взбросового, сдвиго-взбросового и взбросо-сдвигового типов преобладают в суммарном отношении: их общее количество составляет 58 событий (44% от исследуемой выборки). Также весьма распространены землетрясения, сформировавшиеся в обстановках регионального растяжения: очаги сбросового, сдвиго-сбросового и сбросо-сдвигового типов представлены 46 событиями (34% от общего количества).

Кроме того, выборка включает 30 (22%) сдвиговых очагов, формирование которых равновероятно как в обстановках сжатия, так и в условиях растяжения земной коры. Поскольку значения основных параметров сдвиговых фокальных механизмов имеют существенный разброс, не позволяя выделить доминирующие системы напряжений, способные внести сколько-нибудь значительные коррективы в полученные (изложенные ниже) результаты, землетрясения данного типа в работе не анализировались.

Таблица 1.

Распределение идентифицированных механизмов очагов землетрясений региона по магнитудам и деформационным режимам

Обстановки Деформационные режимы	Магнитуды					Σ очагов (%)
	≤4.0	4.0–4.9	5.0–5.9	6.0–6.9	≥7.0	
Региональное сжатие						
Взбросовый	3	11	24	1	1	40
Взбросо-сдвиговый	4	1	2	1	–	8
Сдвиго-взбросовый	-	2	6	2	–	10
<i>Итого</i>	7	14	32	4	1	58 (44)
Региональное растяжение						
Сбросовый	8	7	7	3	–	25
Сдвиго-сбросовый	1	1	1	2	–	5
Сбросо-сдвиговый	5	4	6	1	–	16
<i>Итого</i>	14	12	14	6	-	46 (34)
Региональное сжатие или растяжение						
Сдвиговый	16	5	7	2	–	30 (22)
<i>Итого</i>						
<i>Всего: очагов (%)</i>	37 (27)	31 (23)	53 (40)	12 (9)	1 (1)	134

Составлено авторами.

4. ДОМИНИРУЮЩИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫЕ РЕЖИМЫ И КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ РЕГИОНАЛЬНОГО СЕЙСМОГЕНЕЗА

Результаты идентификации доминирующих кинематических обстановок. Анализ фокальных механизмов землетрясений Большекавказско-Копетдагской зоны показал, что их формирование происходило в условиях воздействия разнообразных полей тектонических напряжений, обусловивших многообразие проявлений регионального сейсмогенеза. В качестве индикаторов кинематических обстановок рассматривались деформационные режимы в очаге и ориентировки осей главных напряжений, отражающие направление действия сил сжатия или растяжения в регионе.

Для очагов, обусловленных обстановками прямого сжатия или транспрессии, направление действия структурообразующих напряжений определяется по ориентировке оси максимального сжатия (P). Аналогичным образом, в обстановках прямого растяжения и транстенсии критерием определения кинематической обстановки являются направления оси максимального растяжения (T). Соотношения

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

ориентировок этих осей в фокальных механизмах соответствующих типов приведены на розах-диаграммах, построенных не в относительном (в % соотношении), а в реальном (по количеству очагов) масштабе (рис. 3).

Характер распределения ориентировок осей P , отражающих направление регионального сжатия в очагах взбросового типа, показал, что значительное их количество (28 событий, в том числе, все землетрясения с $M \geq 6.0$) локализовано в диапазоне ориентировок $0-40^\circ$ с четко выраженным асимметричным максимумом в направлении $10-20^\circ$ (на рис. 3а — затенено). Эта закономерность становится более очевидной в суммарном распределении осей сжатия во всех очагах, отвечающих обстановкам простого сжатия и транспрессии: в данном случае этому максимуму соответствуют значения параметров 41-го из 58-ми фокальных механизмов регионального сжатия (на рис. 3а — показаны контуром).

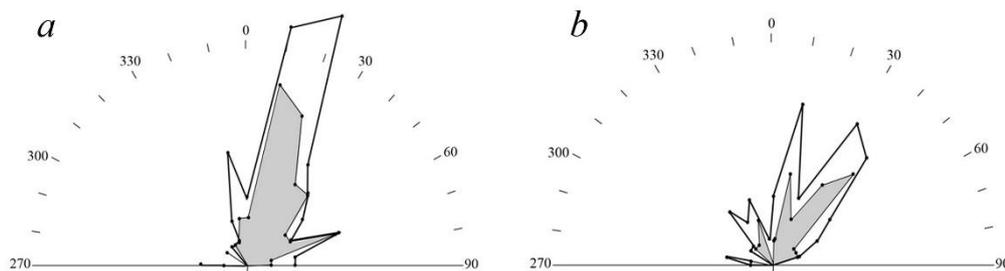


Рис. 3. Розы-диаграммы ориентировок осей максимального сжатия P (а) и растяжения T (б) в фокальных механизмах землетрясений, сформировавшихся в обстановках, соответственно, регионального сжатия и растяжения; контуром показаны все очаги данных обстановок, затенено — очаги только основных (взбросового и сбросового) типов.

Составлено авторами.

Ориентировки осей растяжения T в большинстве очагов сбросового типа (а именно — в 15-ти, включая все землетрясения с $M \geq 6.0$) локализованы в том же диапазоне ориентировок, что и оси сжатия взбросовых очагов — $10-40^\circ$, образуя при этом два четко выраженных максимума в направлениях 10° и $30-40^\circ$ (на рис. 3б — затенено). В суммарном распределении осей T в очагах сбросового, сбросо-сдвигового и сдвига-сбросового типов, отвечающих обстановкам простого растяжения и трансенсии, указанные максимумы выглядят еще более выразительно: им соответствуют параметры 27-ми из 46-ти очагов (на рис. 3б — показаны контуром).

Таким образом, контрастные (в диапазоне $10-40^\circ$) максимумы в распределении ориентировок осей главных напряжений P и T (рис. 3), которые соответствуют большей части фокальных механизмов, показывают, что формирование регионального сейсмогенеза было обусловлено, главным образом, периодически сменяющимися друг друга (инверсионными) кинематическими обстановками сжатия и

растяжения, действующими в северо-северо-восточном–юго-юго-западном (близком к субмеридиональному) направлении.

Аналогичные кинематические обстановки северо-северо-восточного–юго-юго-западного сжатия и растяжения преобладают также в очагах землетрясений Средиземноморско-Гималайского пояса, в частности, в пределах его сегмента, протягивающегося от Пиренеев до Каспийского моря. Так, согласно данным каталога фокальных механизмов, размещенного на сайтах [42, 43], максимум ориентировок субгоризонтальных осей сжатия P в фокальных механизмах 464-ти взбросовых землетрясений составляет 24° , а максимум осей растяжения T в очагах 557-ми землетрясений сбросового типа ориентирован в направлении 19° [5].

Количественно-энергетические характеристики совокупностей очагов, сформировавшихся в инверсионных кинематических обстановках.

Основные выводы о доминировании инверсионных кинематических обстановок в процессе сейсмогенеза, а также положения относительно ведущей роли первичных (нетрансформированных) систем напряжений и соответствующих им деформационных режимов, подтверждаются соотношениями количества очагов (N , $N\%$) и суммарной выделившейся сейсмической энергии ($\Sigma E \cdot 10^{12}$ Дж, $\Sigma E, \%$, $\lg \Sigma E$) в совокупностях очагов разных типов (табл. 2).

Таблица 2.

Соотношения количества очагов и суммарной выделившейся сейсмической энергии (в том числе — в % от всего объема анализируемой выборки) в совокупностях фокальных механизмов, сформированных в инверсионных обстановках северо-северо-восточного–юго-юго-западного сжатия и растяжения

Обстановка Тип очага	N (очагов)	N (%)	ΣE (10^{12} Дж)	$\lg \Sigma E$	% ΣE от энергии всей выборки
Сжатие					
Взбросовый	28	21	42199	16.625	53
Сдвиго-взбросовый	8	6	3849	15.585	5
Взбросо-сдвиговый	5	4	16	13.192	<<1
Итого	41	31	46064	16.663	58
Растяжение					
Сбросовый	15	11	11631	16.066	15
Сдвиго-сбросовый	3	2	8325	15.920	10
Сбросо-сдвиговый	9	7	190	14.279	<<1
Итого	27	20	20146	16,304	25
Всего	68	51	66210		83

Составлено авторами.

Результаты анализа приведенных данных показывают, что:

1. Доминирующая роль инверсионных обстановок северо-северо-восточного–юго-юго-западного сжатия и растяжения в пределах Среднекаспийского региона нашла отражение в суммарном количестве очагов (68 или 51% от объема всей

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

исследуемой выборки) и особенно в их энергетическом наполнении: в этих очагах была выделена наибольшая часть сейсмической энергии региона ($66210 \cdot 10^{12}$ Дж или 83% от общего количества).

2. Непосредственно в инверсионном процессе наиболее значимыми являются обстановки сжатия, показатели которых более чем в два раза превышают аналогичные характеристики обстановок растяжения. Так, при сжатии в 41-м очаге (31%) суммарная величина выделившейся сейсмической составила $46064 \cdot 10^{12}$ Дж или ~58% от количества энергии, выделившейся в 134-х очагах анализируемой выборки, тогда как в условиях растяжения было сформировано 27 очагов (20%), в которых выделилось $20146 \cdot 10^{12}$ Дж (~25% от общего количества).

3. При этом следует отметить ведущую роль первичных систем напряжений, обусловивших возникновение очагов основных — взбросового и сбросового — деформационных режимов, количественные характеристики которых составляют, соответственно, 28 (21%) и 15 (11%) событий, а также — 53% и 15% суммарной выделившейся сейсмической энергии от всего объема анализируемой выборки.

5. ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ИНВЕРСИОННЫХ ОБСТАНОВОК

Пространственное положение и стереографические модели проявлений сейсмогенеза инверсионных обстановок. Как было отмечено, очаги землетрясений, формирование которых происходило в инверсионных обстановках, локализованы в пределах Большекавказско-Копетдагской зоны общекавказского простирания (рис. 4). Эта зона трассируется с Кавказа (от Азербайджана, Дагестана) на северо-западе до Туркменистана на юго-востоке, пересекая Каспийское море вдоль Апшеронско-Прибалханской зоны поднятий, разграничивающей Средне-Каспийскую и Южно-Каспийскую впадины. В тектоническом отношении эта область представляет собой зону сочленения гетерогенного (герцинского, раннекиммерийского) основания Скифско-Туранской плиты и альпийской складчато-покровной системы Большого Кавказа–Копетдага [7, 18, 24, 25, 26, 29], где сконцентрировано наибольшее количество активных разрывных структур (рис. 2), имеющих преимущественно общекавказское простирание [39, 40].

Близкие значения параметров фокальных механизмов очагов Большекавказско-Копетдагской зоны, обусловленных попеременно действующими в направлении 10–40° напряжениями сжатия и растяжения, позволили построить стереографические модели сейсмогенеза, соответствующие этим обстановкам (рис. 5). Модели аппроксимируют параметры фокальных механизмов основных — взбросового и сбросового — типов. К построению не привлекались очаги, сформированные в условиях «косого» сжатия и растяжения (транспрессии и трансенсии), поскольку они имеют значительный разброс значений всех параметров за исключением основного — ориентировок осей P и T .

Первая модель, аппроксимирующая параметры 28-и очагов взбросового типа (рис. 5а), характеризует обстановки горизонтального сжатия с ориентировкой оси P в направлении 17° с углом наклона 3°. При этом ось T занимает вертикальное положение, а промежуточная ось N является горизонтальной (106/0° – азимут и угол

падения). Нодальные плоскости ($NP1$ и $NP2$), отражающие вероятное положение сейсмогенных разрывов в очагах, имеют общекавказское (286°) простирание. При этом одна из них ($NP1$) в структурно-кинематическом отношении идентифицируется как взброс, имеющий наклон в южных румбах под углом 48° , вторая ($NP2$) — как надвиг, падающий под углом 42° в северном направлении.

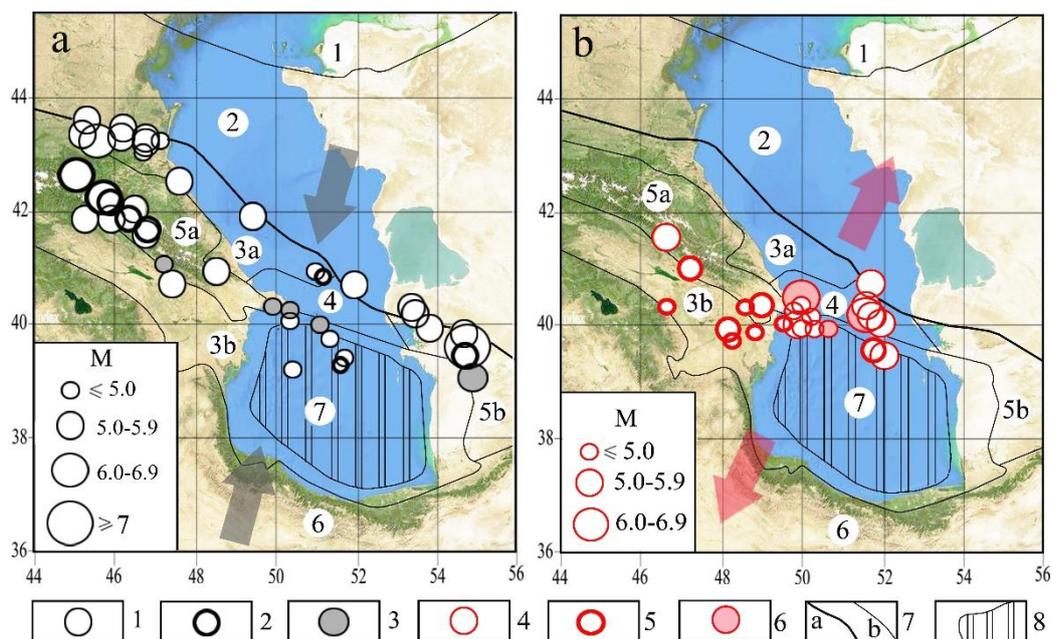


Рис. 4. Схемы размещения очагов землетрясений Большекавказско-Копетдагской зоны, сформированных в обстановках северо-северо-восточного сжатия (а) и растяжения (б). Условные обозначения: 1–3 — очаги взбросового (1), сдвига-взбросового (2) и взбросо-сдвигового (3) типов; 4–6 — очаги сбросового (4), сбросо-сдвигового (5) и сдвига-сбросового (6) типов; 7 — границы (а — между платформенными и складчатыми областями, б — между геоструктурами); 8 — кора субокеанического типа. На врезках — магнитуды в очаге; цифрами обозначены: 1–2 — платформенные области: Восточно-Европейская платформа (1), Скифско-Туранская плита (2); 3 — Терско-Каспийский передовой прогиб (3а) и межгорная Куринская впадина (3б); 4 — Апшероно-Прибалханская зона поднятий; 5–6 — альпийские складчатые системы Большого Кавказа (5а), Копетдага (5б), Малого Кавказа–Эльбурса (6); 7 — Южно-Каспийская впадина. Стрелки — направления действия регионального сжатия (серые) и растяжения (красные).

Составлено авторами.

Учитывая общую тенденцию уменьшения глубин очагов в направлении с юга на север, можно полагать, что положению реальных сейсмогенных разрывов в большей

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

мере соответствует нодальная плоскость $NP2$. В структурном отношении это вполне отвечает геодинамической модели Большого Кавказа, построенной на основе реологической стратификации литосферы [28].

Вторая стереографическая модель аппроксимирует значения параметров 15-ти фокальных механизмов сбросового типа (рис. 5б), отражающих обстановку юго-юго-западного–северо-северо-восточного горизонтального растяжения с ориентировкой оси T в направлении $208/0^\circ$ ($28/0^\circ$) при субвертикальной оси сжатия P и горизонтальном ($298^\circ/2^\circ$) положении промежуточной оси N . Нодальные плоскости ($NP1$ и $NP2$) так же, как и в первой модели, имеют общекавказское (западно-северо-западное) простирание (292 – 298°), однако в структурно-кинематическом отношении идентифицируется как сбросы, имеющие наклон в противоположных направлениях под углами 44 – 45° .

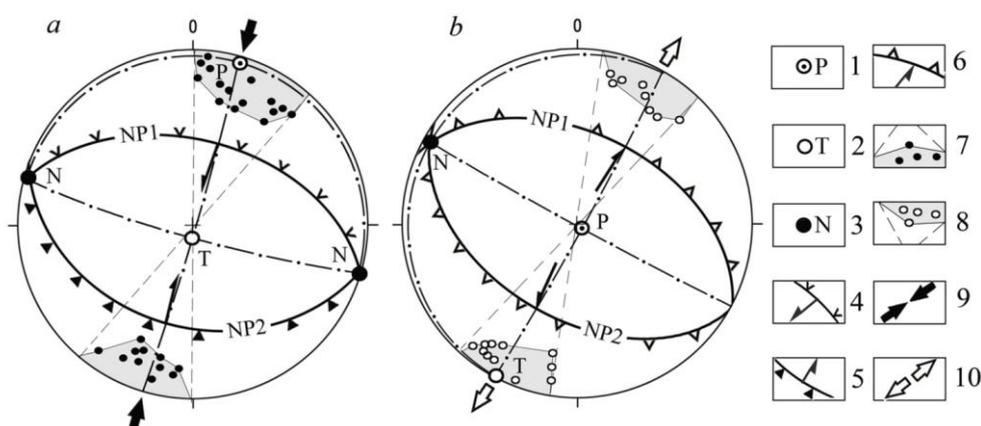


Рис. 5. Стереографические модели сейсмогенеза взбросового (а) и сбросового (б) типов для обстановок, соответственно, северо-северо-восточного сжатия и растяжения. Условные обозначения: 1–3 — проекции осей главных напряжений в моделях сейсмогенеза (1 — максимального сжатия, 2 — максимального растяжения, 3 — промежуточной); 4–6 — проекции нодальных плоскостей и их структурно-кинематическая характеристика (4 — взбросы, 5 — надвиги, 6 — сбросы), стрелки — направления перемещения висячего крыла; 7–8 — проекции осей главных напряжений в фокальных механизмах и сектора их локализации (7 — сжатия, 8 — растяжения); 9–10 — направления действия регионального сжатия (9) и растяжения (10).

Сопоставление стереографических моделей регионального сейсмогенеза взбросового (рис. 5а) и сбросового (рис. 5б) типов, являющихся антиподами, указывает на практически полное совпадение границ секторов, соответственно, сжатия и растяжения в этих моделях. При этом угол между ориентировками осей главных напряжений P и T в моделях составляет всего 11° , отражая противоположный характер напряженного состояния геологической среды при формировании землетрясений указанных типов.

Таким образом, основные кинематические обстановки, обусловившие формирование большей части землетрясений Среднекаспийского региона, отражают воздействие попеременно действующих напряжений юго-юго-западного–северо-северо-восточного сжатия и растяжения. В процессе инверсии происходит замена взбросового режима в очагах на сбросовой; при этом положение оси P , определяющей направление сжатия, занимает ось T , указывая на растяжение в том же направлении (и наоборот). Подобные изменения в процессах регионального сейсмогенеза ранее получили отражение в работах [3, 4, 5]. Также отмечалось, что в обоих случаях теоретически наиболее предпочтительными для возникновения сейсмогенных разрывов являются одни и те же сегменты (сектора) земной коры, соответствующие направлениям действия максимальных касательных напряжений. При этом в обстановках сжатия сейсмогенные разрывы реализуются в виде взбросов и надвигов, при наличии растяжения — как сбросовые нарушения. Однако с учетом наличия внутреннего трения в горном массиве, реальная картина разрывообразования в очагах может оказаться более сложной: разрывы, формирование которых обусловлено обстановками растяжения (сбросы), могут иметь более крутые углы падения, в то время как часть разрывов, образующиеся в обстановках сжатия, будет представлена относительно пологими надвигами [5].

Особенности проявления инверсионных обстановок сейсмогенеза во времени и по отношению к основным геоструктурам региона. Исследованы следующие аспекты инверсионного процесса в регионе:

1. Продолжительность действия каждой из инверсионных обстановок и длительность разделяющих их интервалов.

2. Особенности пространственного распределения этих землетрясений по отношению к основным геоструктурам региона.

Ниже эти аспекты рассмотрены в той же последовательности.

1. Особенности изменений во времени напряжённо-деформированного состояния геологической среды и, соответственно, кинематических обстановок сейсмогенеза, отражает сравнительная хронограмма ориентировок осей напряжений в очагах, образовавшихся в противоположных обстановках — сжатия и растяжения (рис. 6). Хронограмма позволяет оценить как продолжительность периодов непрерывного действия каждой обстановки, так и длительность интервалов, разделяющих проявления этих обстановок. На ней приведены все очаги, отвечающие обстановкам юго-юго-западного–северо-северо-восточного сжатия (взбросовые, сдвиго-взбросовые, взбросо-сдвиговые — верхний ряд) и растяжения (сбросовые, сдвиго-сбросовые, сбросо-сдвиговые — нижний ряд), ориентировки осей напряжений P и T которых образуют максимумы в диапазоне $10-40^\circ$, показанные контуром на рисунке 3.

Кратковременность периодов проявления каждой из инверсионных обстановок сейсмогенеза, равно, как и длительность интервалов, разделяющих проявления этих обстановок, обоснована сравнительными диаграммами, приведенными на рис. 7. Указанные временные параметры коррелируются между собой, имея максимумы протяженности от 0 до 5 и от 5 до 10 месяцев. Это свидетельствует о том, что временной интервал между проявлениями противоположных кинематических

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

обстановок, так же как и длительность периодов проявления той или иной обстановки, большей частью, составляют менее 1-го года.

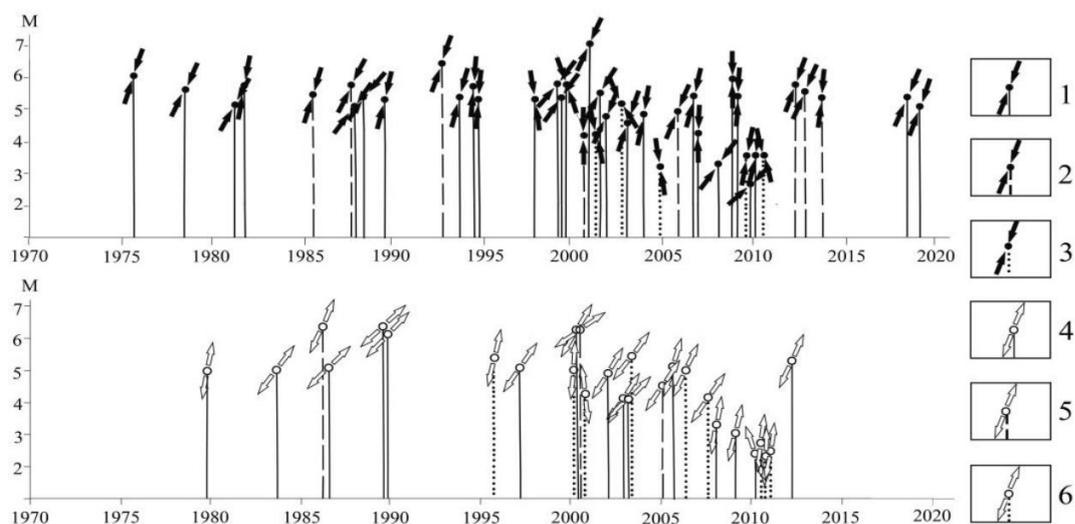


Рис. 6. Хронограмма проявления кинематических обстановок сейсмогенеза северо-северо-восточного сжатия (вверху) и растяжения (внизу) в пределах Среднекаспийского региона. Условные обозначения: 1–3 — очаги, сформированные в обстановках сжатия (1 — взбросового, 2 — сдвиго-взбросового, 3 — взбросо-сдвигового типов); 4–6 — очаги, сформированные в обстановках растяжения (4 — сбросового, 5 — сдвиго-сбросового, 6 — сбросо-сдвигового типов).

Составлено авторами.

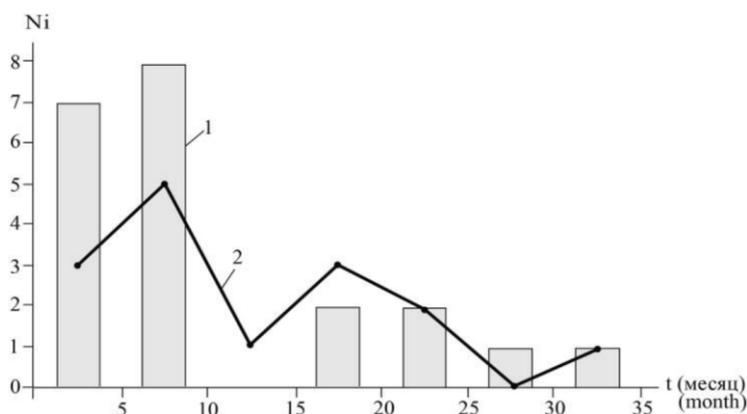


Рис. 7. Временные интервалы между проявлениями обстановок преимущественного сжатия и растяжения (1) и продолжительность действия этих обстановок (2).

Составлено авторами.

2. Как указано выше, исследуемые землетрясения локализованы в пределах Большекавказско-Копетдагской зоны, разграничивающей в акваториальной части Средне- и Южно-Каспийскую впадины, основание последней из которых представлено корой субокеанического типа. При этом устанавливается поперечная (к простиранию этой геоструктуры) зональность, выраженная количественно-энергетическими соотношениями очагов разных типов, отвечающих каждой из инверсионных обстановок.

Так, в пределах суши, а именно, в районах Большого Кавказа и Копетдага, сконцентрированы, главным образом, землетрясения, отвечающие обстановкам регионального сжатия. При этом они имеют более высокие значения магнитуд по сравнению с относительно малочисленными однотипными очагами, локализованными в акватории Каспийского моря (рис. 4а). В то же время, большинство землетрясений (в том числе наиболее интенсивных, с высокими магнитудами), обусловленных обстановками растяжения, локализовано в пределах акватории и пространственно тяготеет к Апшеронско-Прибалханской зоне поднятий, разграничивающей области с корой континентального и субокеанического типа. В меньшем количестве очаги растяжения распространены в районе Большого Кавказа, а на восточном берегу Каспийского моря (в Копетдаге) их наличия не установлено (рис. 4б).

Эта тенденция отчетливо проявляется в латеральном распределении (с запада на восток) количества очагов, сформировавшихся в обстановках сжатия и растяжения, и логарифма суммарной выделившейся энергии в этих очагах. Данные, рассчитанные для сегментов, заключенных между целлючисленными значениями меридианов (то есть, с шагом 1°), приведены на рисунке 8.

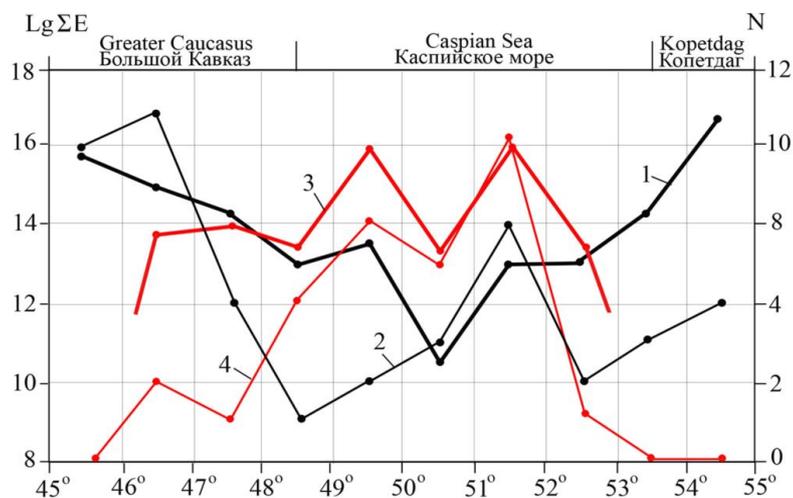


Рис. 8. Распределение (с запада на восток) величин логарифма суммарной выделенной энергии ($\lg\Sigma E$) и количества землетрясений (N) в очагах сжатия (1, 2) и растяжения (3, 4).

Составлено авторами.

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

Эти графики отражают существенное уменьшение количества очагов, сформированных в обстановках сжатия, и выделившейся в них сейсмической энергии, по направлению к Каспийскому морю как со стороны Большого Кавказа, так и со стороны Копетдага. Поскольку обстановки сжатия (в том числе, транспрессии) в количественном и энергетическом отношении являются доминирующими в пределах континентальной части региона, соответствующие им очаги являются прямыми индикаторами процессов орогенеза, взбросо- и надвигообразования, активно и повсеместно проявляющихся в районах Большого Кавказа и Копетдага.

В то же время, в распределении количества и энергии очагов, отвечающих региональному растяжению, наблюдается обратная тенденция: их максимумы приходятся на акваторию Каспийского моря, а именно — на Апшеронско-Прибалханскую зону поднятий, разграничивающей области с корой континентального и субокеанического типа (рис. 8). При этом на краях профиля, на удалении от акваториальной части, очаги, образованные в обстановках растяжения, отсутствуют. Местонахождение, количество и энергетические характеристики очагов растяжения (транстенсии) является прямым указанием на продолжающиеся в настоящее время процессы деструкции коры в северном борту котловины с корой субокеанического типа — Южно-Каспийской впадины.

Добавим, что современные процессы деструкции земной коры и верхней мантии в бортовых частях впадин субокеанического типа, по-видимому, имеют весьма широкое проявление в пределах внутренних морских бассейнов Средиземноморского пояса. Так, в Крымско-Черноморском регионе вдоль северной периферии Западно-Черноморской и, особенно, Восточно-Черноморской впадин локализовано несколько очагов землетрясений, сформировавшихся в обстановках разнонаправленного растяжения, действующего в направлении, перпендикулярном береговой линии и континентальному склону [5]. К их числу относится и самое сильное в Крыму за последние 100 лет разрушительное Ялтинское землетрясение 11 сентября 1927 г. с магнитудой $M_w=6.9$ [20].

ВЫВОДЫ

Таким образом, основные выводы относительно доминирующих обстановок сейсмогенеза в пределах Среднекаспийского региона сводятся к следующему:

1. Формирование регионального сейсмогенеза было обусловлено, главным образом, периодически сменяющимися друг друга инверсионными кинематическими обстановками сжатия и растяжения, действующими в северо-северо-восточном–юго-юго-западном (близком к меридиональному) направлении. При этом кардинальные изменения обстановок происходили, большей частью, в течение коротких (менее 1-го года) временных интервалов.

2. Обстановки сжатия (в том числе, транспрессии) в количественном и энергетическом отношении являются доминирующими: соответствующие им очаги землетрясений локализованы, в основном, в континентальной части региона. Они являются прямыми индикаторами процессов орогенеза, взбросо- и

надвигообразования, активно и повсеместно проявляющихся в районах Большого Кавказа и Копетдага.

3. В меньшей мере проявились противоположные обстановки — растяжения (транстенсии) коры в северо-северо-восточном–юго-юго-западном направлении. Очаги землетрясений, обусловленные этими обстановками, сосредоточены, большей частью, в акватории Каспийского моря — на границе областей с земной корой континентального и субокеанического типа, где они в количественном и энергетическом отношении превалируют над очагами, сформировавшимися в условиях регионального сжатия. Местонахождение, количество и энергетические характеристики очагов растяжения (транстенсии) являются прямым указанием на продолжающиеся в настоящее время процессы деструкции земной коры и верхней мантии в северном борту котловины с корой субокеанического типа — Южно-Каспийской впадины.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках научной темы FZEG-2024-0016 Министерства науки и высшего образования РФ.

Список литературы

1. Арабаджи М.С., Вольвовский Б.С., Вольвовский И.С. Литосфера Каспийского региона / Геофизические параметры литосферы южного сектора Альпийского орогена. К.: Наукова думка, 1996. С. 179–188.
2. Волож Ю.А., Антипов М.П., Леонов Ю.Г. и др. Строение кряжа Карпинского // Геотектоника. 1999. № 1. С. 28–43.
3. Вольфман Ю.М., Колесникова Е.Я. Инверсии сейсмогенерирующих полей напряжений как проявление геодинамической нестабильности Крымско-Черноморского региона // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2022. Т.8 (74). №4. С. 207–218.
4. Вольфман Ю.М., Колесникова Е.Я. Некоторые особенности сейсмотектоники Каспийского региона // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Том XIV. М.: ИИЕТ РАН, 2024. С. 228–233.
5. Вольфман Ю.М., Пустовитенко Б.Г., Колесникова Е.Я. Новые результаты тектонофизического анализа фокальных механизмов землетрясений Крымско-Черноморского региона // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2022. Т. 8 (74). №4. С. 162–206.
6. Гинтов О.Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. Киев: «Феникс», 2005. 572 с.
7. Глумов И.Ф., Маловицкий Я.П., Новиков А.А., Сенин Б.В. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. 342 с.
8. Гущенко О.И. Метод кинематического анализа структур разрушения при реконструкции полей тектонических напряжений // Поля напряжений и деформаций в литосфере. М.: Наука. 1979. С. 7–25.
9. Гущенко О.И. Реконструкция поля мегарегиональных тектонических напряжений сейсмоактивных областей Евразии. Поля напряжений и деформаций в литосфере. М.: Наука, 1979. С. 26–51.
10. Гущенко О.И., Мострюков А.О., Петров В.А. Структура поля современного регионального напряжения сейсмоактивных зон земной коры восточной части Средиземноморского активного пояса // Докл. АН СССР. 1991. 312. №4. С. 830–835.
11. Етирмишли Г.Д., Казымова С.Э., Исмаилова С.С., Казымов И.Э. Современная геодинамика и сейсмичность Азербайджанского сектора Каспийского моря /SOCAR Proceedings, no.4(2022). С.

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

008–016.

12. Заманова А.Г. Структура субдукционной зоны Южно-Каспийской впадины и сейсмичность // Геофизический журнал. 2014. Т. 36. № 6. С. 188–196.
13. Короновский Н.В., Панина Л.В., Михайлов В.О. и др. Терско-Каспийский передовой прогиб: история формирования и современный структурный рисунок // Тектоника и магматизм Восточно-Европейской платформы. М.: Фонд «Наука России», Гео-инвэкс, 1994. С. 64–84.
14. Краснопевцева Г.В. Глубинное строение Кавказского региона // Геофизические параметры литосферы южного сектора Альпийского орогена. Киев: Наукова думка, 1996. С. 151–178.
15. Лебедев Л.И. Геоструктурные элементы Каспийского моря, их соотношение и условия формирования / Каспийское море: геология и нефтегазоносность. М.: Наука, 1987. С. 162–222.
16. Леонов Ю.Г., Гущенко О.И., Копп М.Л., Расцветаев Л.М. Взаимосвязь позднекайнозойских напряжений и деформаций в Кавказском секторе Альпийского пояса и в его северном платформенном обрамлении // Геотектоника. 2001. № 1. С. 36–59.
17. Лиленберг Д.А. Новые подходы к оценке современной эндодинамики Каспийского региона и вопросы ее мониторинга / Изв. АН. Сер. географ. 1994. № 2. С. –36.
18. Международная тектоническая карта Каспийского моря и его обрамления. Масштаб 1:2500000. Институт литосферы окраинных и внутренних морей РАН. Объяснительная записка / под ред. В.Е. Хаина, Н.А. Богданова. М.: Научный мир, 2003. 120 с.
19. Нариманов Н.Р. Тектоническое районирование акватории Южно-Каспийской мегавпадины // Геология нефти и газа. 1992. № 11. С. 12–22.
20. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. Землетрясения Крымско-Черноморского региона. Киев: Наук. думка, 1989. 192 с.
21. Пустовитенко Б.Г., Пустовитенко А.А., Капитанова С.А. Процессы в очаговой зоне Криворожского землетрясения 25 декабря 2007 г. Сейсмологический бюллетень Украины за 2007 год. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2009. С. 17–22.
22. Пустовитенко Б.Г., Пустовитенко А.А., Мержей Е.А. Процессы в очаговой зоне Криворожского-III землетрясения 23 июня 2013 г. (Украина) Сейсмологический бюллетень Украины за 2013 г. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2014. С. 54–60.
23. Ребецкий Ю.Л., Сим Л.А., Маринин А.В. От зеркал скольжения к тектоническим напряжениям. Методики и алгоритмы. М.: ГЕОС, 2017. 234 с.
24. Свалова В.Б. Геотермия и сейсмичность Кавказского региона и обратная задача геодинамики // Геология и геофизика Юга России. 2019. Т. 9(3). С. 77–93.
25. Сенин Б.В., Шайнуров Р.В., Устьянцев В.Л. Структурная геология Северного и Среднего Каспия на основе геологической интерпретации геофизических данных // International Conf. On Petroleum Geol. And Hydrocarbon Potential of the Caspian and Black Sea Region. Baku: Azerbaijan. Abstracts Book. Azerb. Society of Petr. Geol., 2002; V712, pp.1–4.
26. Сенин Б.В., Керимов В.Ю., Мустаев Р.Н., Леончик М.И. Структурно-геодинамические системы фундамента Черноморско-Каспийского региона и их эволюция в позднем палеозое-кайнозое. // Геотектоника. 2022. № 1. С. 27–50.
27. Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Карданец В. Ю. Пространственные вариации осей главных напряжений в очагах землетрясений области Вранча. Сейсмологический бюллетень Украины за 2012 г. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2013. С. 46–56.
28. Стогний В.В., Стогний Г.А. Глубинное строение и реологическая стратификация земной коры Центрального сегмента Большого Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2024. Т. 14(2). С. 6–22.
29. Стогний Г.А., Стогний В.В. Южная граница Скифской плиты в системе блоковой делимости консолидированной коры Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа. Геология и геофизика Юга России. 2023. Т. 13(3). С. 6–18.
30. Уломов В.И., Полякова Т.П., Медведева Н.С. Динамика сейсмичности бассейна Каспийского моря // Физика земли. 1999. № 1. С. 76–82.
31. Хортов А.В., Шлезингер А.Е., Юров Ю.Г. Строение Южно-Каспийского глубоководного бассейна по данным сейсмических исследований и перспективы нефтегазоносности его глубинных недр // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. 1998, № 9. С. 2–7.
32. Шебалин Н.В., Ибрагимов Р. Н., Чернов Ю.К. и др. Газлийские землетрясения 1976 и 1984 гг. /Ред.

- В.И. Уломов, И.В. Шебалин, С.С. Арефьев, Г.Ю. Азимов, Р.П. Фебина. Ташкент: Фан, 1986. 368 с.
33. Шолпо В.Н. Альпийская геодинамика Большого Кавказа. М.: Недра, 1978. 176 с.
 34. Щукин, Ю.К. Атлас глубинного строения очаговых зон землетрясений / Ю.К. Щукин, Н.В. Шебалин; отв. ред. А.А. Маловичко. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. 102 с.
 35. Юнга С.Л. Сейсмотектонические деформации и напряжения в складчатых поясах неотектонической активизации Северной Евразии // Физика Земли. 1996. №12. С. 37–58.
 36. Якобсон А.Н. Литосфера Южного Каспия. Томографическая модель // Отечественная геология. 2002. № 2. С. 54–64.
 37. Anderson E.M. The dynamics of faulting. Trans. Edinburgh, Geol. 1951. Sec (8), pp. 387–402.
 38. Volfman Yu.M., Kolesnikova E.Ya., Pustovitenko B.G., Milyukov V.K. Selective Manifestation of Seismogenic Stress Field within the Mediterranean Belt (Based on Earthquake Focal Mechanism Solutions) // Journal of Volcanology and Seismology. 2017, vol. 11, no. 6, pp. 447–461.
 39. Zelenin E.A., Bachmanov D.M., Garipova S.T., Trifonov V.G., Kozhurin A.I. The Active Faults of Eurasia Database (AFEAD): the ontology and design behind the continental-scale dataset // Earth System Science Data. 2022, vol. 14, pp. 4489–4503.
 40. Сайт База данных активных разломов Евразии и прилегающих акваторий (AFEAD). [Электронный ресурс] Режим доступа: http://neotec.ginras.ru/index/mapbox/database_map.html (дата обращения 06.05.2025).
 41. Сайт Европейско-Средиземноморского сейсмологического центра (EMSC). [Электронный ресурс] Режим доступа: emsc-csem.org (дата обращения 08.04.2025).
 42. Сайт Международного сейсмологического центра (ISC). [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin> (дата обращения 20.01.2025).
 43. Сайт Сейсмологический каталог Колумбийского университета. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html> (дата обращения 20.01.2022)
 44. Сайт ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН». [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.ceme.gsras.ru/cgi-bin/info_quake.pl (дата обращения 29.05.2025).

KINEMATICS OF SEISMOGENESIS OF THE MIDDLE CASPIAN REGION.

Article 1. DOMINANT SITUATIONS AND THE INVERSION NATURE OF THEIR MANIFESTATIONS

Volfman Yu. M.¹, Kolesnikova E. Ya.²

^{1,2}V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: ¹seism.volf@gmail.com

One of the manifestations of geodynamic instability in seismically active regions is the inversion of stress fields (from Latin *inversio* — inversion). They are reflected in the focal mechanisms of earthquakes, which formed in opposite kinematic environments over short periods of time. The inversions of the seismogenesis process of the Middle Caspian region caused by periodically acting dominant stresses of south-south-west–north-north-east compression and stretching are investigated in the work. The research area covers the central part of the Caspian Sea and the neighboring territories of the Caucasus and Kopetdag. It is characterized by a complex geological structure, active geodynamics and a high level of seismicity. Large geostructural elements are involved in the structure of the region: the southeastern margin of the ancient East-European platform, the young (Epihercine) Scythian-Turanian plate and the structures of the Alpine orogenic folded belt: the cover-thrust systems of the Greater Caucasus and Kopetdag, as well as adjacent

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

advanced troughs and intermountain depressions. The structure of the earth's crust and the seismicity of the region are determined by the fault systems of two main directions — west-north-west (pan-caucasian) and east-north-east (anti-caucasian). The object of the study was the Greater Caucasus-Kopetdag zone of high seismic activity, located along the border of the Alpine belt and the Scythian-Turanian plate. It divides (in the aquatic part of the region) areas with the earth's crust of the continental and suboceanic types. The research methodology is based on an algorithm for kinematic analysis of data on the focal mechanisms of earthquakes. This algorithm assumes the division of all earthquake foci into structural-kinematic parageneses — groups of focal mechanisms with similar values of the main parameters. The kinematic conditions of their compression and stretching formation (including transpression and transtension) have been identified, and the features of their spatial and temporal distribution have been investigated. At the same time, the number of foci of one type or another was taken into account, as well as the amount of released seismic energy in these foci or in the parageneses formed by them. The factual basis was the sampling of data on the focal mechanisms of earthquakes from catalogs posted on the websites of international seismological agencies and from regional catalogs. As a result of the conducted research, the inversion character of the kinematic conditions of regional seismogenesis is substantiated under the influence of periodically acting compressive and tensile stresses (transpression and transtension) in the south-southwest–north-northeast direction. Stereographic models of the seismogenesis of these environments are constructed. The features of the manifestation of inversion conditions of seismogenesis in time, as well as in different (main) geostructures of the region, are investigated. It is shown that the inversion changes occurred over short (less than 1 year) time intervals. It has been established that the inversion conditions of regional compression (transpression) are dominant in quantitative and energetic terms: their corresponding foci are localized mainly in the continental part of the region. They are direct indicators of modern processes of orogeny, uplift and thrust formation in the Greater Caucasus and Kopetdag regions. To a somewhat lesser extent, stretching (transtension) situations are distinguished in quantitative and energetic terms. They are found in earthquake foci and their parageneses, concentrated mainly within the Caspian Sea, on the border of areas with the crust of the continental and suboceanic type. The localization features of foci of this type are a direct indication of the processes of destruction in the northern side of a basin with a suboceanic type crust – the South Caspian Depression.

The work was carried out within the framework of the scientific topic FZEG-2024-0016 of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

Keywords: earthquakes, seismogenesis, kinematic situations, inversions, stress systems, compression (stretching) axes, focal mechanism.

References

1. Arabadzhi M.S., Vol'vovskij B.S., Vol'vovskij I.S. Litosfera Kaspijskogo regiona (Lithosphere of the Caspian region) Geofizicheskie parametry litosfery yuzhnogo sektora Al'pijskogo orogena. K.: Naukova dumka, 1996, pp. 179–188 (in Russian).
2. Volozh Yu.A., Antipov M.P., Leonov Yu.G. i dr. Stroenie kryazha Karpinskogo (The structure of the Karpinsky ridge). Geotektonika. 1999, no. 1, pp. 28–43 (in Russian).

3. Vol'fman Yu.M., Kolesnikova E.Ya. Inversii sejsmogeneriruyushchih polej napryazhenij kak proyavlenie geodinamicheskoy nestabil'nosti Krymsko-Chernomorskogo regiona (Inversions of seismogenic stress fields as a manifestation of geodynamic instability of the Crimean-Black Sea region). *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya*. 2022, vol. 8(74), no. 4, pp. 207–218 (in Russian).
4. Vol'fman Yu.M., Kolesnikova E.Ya. Nekotorye osobennosti sejsmotektoniki Kaspijskogo regiona (Some features of seismotectonics of the Caspian region) *Sovremennye problemy geologii, geofiziki i geoekologii Severnogo Kavkaza*. Vol. XIV. M.: IJET RAN, 2024, pp. 228–233 (in Russian).
5. Vol'fman Yu.M., Pustovitenko B.G., Kolesnikova E.Ya. Novye rezul'taty tektonofizicheskogo analiza fokal'nyh mekhanizmov zemletryasenij Krymsko-Chernomorskogo regiona (New results of tectonophysical analysis of focal mechanisms of earthquakes in the Crimean-Black Sea region). *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya*. 2022, vol. 8(74), no. 4, pp. 162–206 (in Russian).
6. Gintov O.B. Polevaya tektonofizika i ee primenenie pri izuchenii deformacij zemnoj kory Ukrainy (Field tectonophysics and its application in the study of deformations of the earth's crust of Ukraine). Kiev: «Feniks», 2005, 572 p. (in Russian).
7. Glumov I.F., Malovickij Ya.P., Novikov A.A., Senin B.V. Regional'naya geologiya i neftegazonosnost' Kaspijskogo moray (Regional geology and oil and gas potential of the Caspian Sea). M.: OOO «Nedra-Biznescentr», 2004, 342 p. (in Russian).
8. Gushchenko O.I. Metod kinematcheskogo analiza struktur razrusheniya pri rekonstrukcii polej tektonicheskikh napryazhenij. Polya napryazhenij i deformacij v litosfere (Method of kinematic analysis of fracture structures in the reconstruction of tectonic stress fields. Stress and strain fields in the lithosphere). M.: Nauka, 1979, pp. 7–25 (in Russian).
9. Gushchenko O.I. Rekonstrukciya polya megaregional'nyh tektonicheskikh napryazhenij sejsmoaktivnyh oblastej Evrazii. Polya napryazhenij i deformacij v litosfere (Reconstruction of the field of megaregional tectonic stresses of seismically active regions of Eurasia. Stress and deformation fields in the lithosphere) M.: Nauka, 1979, pp. 26–51 (in Russian).
10. Gushchenko O.I., Mostryukov A.O., Petrov V.A. Struktura polya sovremennogo regional'nogo napryazheniya sejsmoaktivnyh zon zemnoj kory vostochnoj chasti Sredizemnomorskogo aktivnogo poyasa (Structure of the field of modern regional stress of seismically active zones of the earth's crust of the eastern part of the Mediterranean active belt). *Dokl. AN SSSR*, 1991, 312, no. 4, pp. 830–835 (in Russian).
11. Etirmishli G.D., Kazymova S.E., Ismailova S.S., Kazymov I.E. Sovremennaya geodinamika i sejsmichnost' Azerbajdzhanskogo sektora Kaspijskogo morya (Modern geodynamics and seismicity of the Azerbaijan sector of the Caspian Sea). *SOCAR Proceedings*, no. 4(2022), pp. 008–016 (in Russian).
12. Zamanova A.G. Struktura subdukcionnoj zony Yuzhno-Kaspijskoj vpadiny i sejsmichnost' (The structure of the subduction zone of the South Caspian Basin and seismicity). *Geofizicheskij zhurnal*, 2014, v. 36. no. 6, pp. 188–196 (in Russian).
13. Koronovskij N.V., Panina L.V., Mihajlov V.O. i dr. Tersko-Kaspijskij peredovoj progib: istoriya formirovaniya i sovremennyy strukturnyj risunok. Tektonika i magmatizm Vostochno-Evropejskoj platformy (Tersko-Caspian foredeep: history of formation and modern structural pattern. Tectonics and magmatism of the East European platform) M.: Fond «Nauka Rossii», Geo-inveks, 1994, pp. 64–84 (in Russian).
14. Krasnopeceva G.V. Glubinnoe stroenie Kavkazskogo regiona. Geofizicheskie parametry litosfery yuzhnogo sektora Al'pijskogo orogena (Deep structure of the Caucasus region. Geophysical parameters of the lithosphere of the southern sector of the Alpine orogen). Kiev: Naukova dumka, 1996, pp. 151–178 (in Russian).
15. Lebedev L.I. Geostrukturnye elementy Kaspijskogo morya, ih sootnoshenie i usloviya formirovaniya. Kaspijskoe more: geologiya i neftegazonosnost' (Geostructural elements of the Caspian Sea, their relationship and conditions of formation. Caspian Sea: geology and oil and gas potential). M.: Nauka, 1987. pp. 162–222 (in Russian).
16. Leonov Yu.G., Gushchenko O.I., Kopp M.L., Rascvetaev L.M. Vzaimosvyaz' pozdnekajnozojskikh napryazhenij i deformacij v Kavkazskom sektore Al'pijskogo poyasa i v ego severnom platformennom obramlenii (The relationship of late Cainozoic stresses and deformations in the Caucasian sector of the Alpine belt and in its northern platform framing). *Geotektonika*, 2001, no. 1, pp. 36–59.

ДОМИНИРУЮЩИЕ ОБСТАНОВКИ И ИНВЕРСИОННЫЙ ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

17. Lilienberg D.A. Novye podhody k ocenke sovremennoj endodipamiki Kaspijskogo regiona i voprosy ee monitoringa (New approaches to assessing modern endodipamics of the Caspian region and issues of its monitoring) *Izv. AN. Ser. geograf.*, 1994, no. 2, pp. 36 (in Russian).
18. Mezhdunarodnaya tektonicheskaya karta Kaspijskogo morya i ego obramleniya. Masshtab 1:2500000. Institut litosfery okrainnyh i vnutrennih morej RAN. Ob"yasnitel'naya zapiska pod red. V.E. Haina, N.A. Bogdanova (International tectonic map of the Caspian Sea and its framing. Scale 1:2500000. Institute of Lithosphere of Marginal and Inland Seas of the Russian Academy of Sciences. Explanatory note / edited by V.E. Khain, N.A. Bogdanov). M.: Nauchnyj mir, 2003, 120 p. (in Russian).
19. Narimanov N.R. Tektonicheskoe rajonirovanie akvatorii Yuzhno-Kaspijskoj megavpadipy (Tectonic zoning of the water area of the South Caspian megadepression). *Geologiya nefi i gaza*. 1992, no. 11, pp. 12–22 (in Russian).
20. Pustovitenko B.G., Kul'chickij V.E., Goryachun A.V. Zemletryaseniya Krymsko-Chernomorskogo regiona (Earthquakes of the Crimean-Black Sea region). Kiev: Nauk. dumka, 1989, 192 p. (in Russian).
21. Pustovitenko B.G., Pustovitenko A.A., Kapitanova S.A. Processy v ochagovoj zone Krivorozhskogo zemletryaseniya 25 dekabrya 2007 g. (Processes in the focal zone of the Krivoy Rog earthquake on December 25, 2007). *Seismologicheskij byulleten' Ukrainy za 2007 god*. Sevastopol': NPC «EKOSI-Gidrofizika», 2009. pp. 17–22 (in Russian).
22. Pustovitenko B.G., Pustovitenko A.A., Merzhej E.A. Processy v ochagovoj zone Krivorozhskogo-III zemletryaseniya 23 iyunya 2013 g. (Ukraina) (Processes in the focal zone of the Krivoy Rog-III earthquake of June 23, 2013 (Ukraine)) *Seismologicheskij byulleten' Ukrainy za 2013 g*. Sevastopol': NPC «EKOSI-Gidrofizika» 2014, pp. 54–60 (in Russian).
23. Rebeckij Yu.L., Sim L.A., Marinin A.V. Ot zerkal skol'zheniya k tektonicheskim napryazheniyam. Metodiki i algoritmy (From Slip Mirrors to Tectonic Stresses. Methods and Algorithms). M.: GEOS, 2017, 234 p. (in Russian).
24. Svalova V.B. Geotermya i sejsmichnost' Kavkazskogo regiona i obratnaya zadacha geodinamiki (Geothermy and seismicity of the Caucasus region and the inverse problem of geodynamics). *Geologiya i geofizika Yuga Rossii*, 2019, vol. 9(3), pp. 77–93 (in Russian).
25. Senin B.V., Shajnurov P.B., Ust'yancev V.L. Strukturnaya geologiya Severnogo i Srednego Kaspiya na osnove geologicheskoy interpretacii geofizicheskikh dannyh (Structural Geology of the Northern and Middle Caspian Based on Geological Interpretation of Geophysical Data). *International Conf. On Petroleum Geol. And Hydrocarbon Potential of the Caspian and Black Sea Region*. Baku: Azerbaijan. Abstracts Book. Azerb. Society of Petr. Geol. 2002, B712, pp. 1–4 (in Russian).
26. Senin B.V., Kerimov V.Yu., Mustaev R.N., Leonchik M.I. Strukturno-geodinamicheskie sistemy fundamenta Chernomorsko-Kaspijskogo regiona i ih evolyuciya v pozdnem paleozoe-kajnozoe (Structural and geodynamic systems of the basement of the Black Sea-Caspian region and their evolution in the late Paleozoic-Cenozoic). *Geotektonika*. 2022, no. 1, pp. 27–50 (in Russian).
27. Stepanenko N.Ya., Simonova N.A., Kardanec V. Yu. Prostranstvennye variacii oseb glavnyh napryazhenij v ochagah zemletryasenij oblasti Vrancha (Spatial variations of the principal stress axes in earthquake foci of the Vrancea region). *Seismologicheskij byulleten' Ukrainy za 2012 god*. Sevastopol': NPC «EKOSI-Gidrofizika», 2013, pp. 46–56 (in Russian).
28. Stognij V.V., Stognij G.A. Glubinnoe stroenie i reologicheskaya stratifikaciya zemnoj kory Central'nogo segmenta Bol'shogo Kavkaza (Deep structure and rheological stratification of the earth's crust of the Central segment of the Greater Caucasus). *Geologiya i geofizika Yuga Rossii*, 2024, vol. 14(2), pp. 6–22 (in Russian).
29. Stognij G.A., Stognij V.V. Yuzhnaya granica Skifskoj plity v sisteme blokovoj delimosti konsolidirovannoj kory Central'nogo i Vostochnogo segmentov Bol'shogo Kavkaza (Deep structure and rheological stratification of the earth's crust of the Central segment of the Greater Caucasus) *Geologiya i geofizika Yuga Rossii*, 2023, vol. 13(3), pp. 6–18 (in Russian).
30. Ulomov V.I., Polyakova T.P., Medvedeva N.S. Dinamika sejsmichnosti bassejna Kaspijskogo morya (Dynamics of seismicity in the Caspian Sea basin). *Fizika zemli*, 1999, no. 1, pp. 76–82 (in Russian).
31. Hortov A.V., Shlezinger A.E., Yurov Yu.G. Stroenie Yuzhno-Kaspijskogo glubokovodnogo bassejna po dannym sejsmicheskikh issledovanij i perspektivy neftegazonosnosti ego glubinnyh neдр (The structure of the South Caspian deep-water basin based on seismic data and the prospects for oil and gas potential of

- its deep subsoil) *Geologiya, geofizika i razrabotka neftnykh mestorozhdenij*, 1998, no. 9, pp. 2–7 (in Russian).
32. Shebalin N.V., Ibragimov R. N., Chernov Yu.K. i dr. *Gazlijskie zemletryaseniya 1976 i 1984 gg. (Gazli earthquakes of 1976 and 1984) / Red. V.I. Ulomov, I.V. Shebalin, S.S. Aref'ev, G.Yu. Azimov, R. P. Fedina.* Tashkent: Fan, 1986, 368 p. (in Russian).
 33. Sholpo V.N. *Al'pijskaya geodinamika Bol'shogo Kavkaza (Alpine Geodynamics of the Greater Caucasus).* M.: Nedra, 1978. 176 p. (in Russian)/
 34. Shchukin, Yu. K. *Atlas glubinnogo stroeniya ochagovykh zon zemletryasenij (Atlas of the deep structure of earthquake focal zones) / Yu.K. Shchukin, N.V. Shebalin; otv. red. A.A. Malovichko.* Voronezh: Izdatel'sko-poligraficheskij centr «Nauchnaya kniga», 2016, 102 p. (in Russian)/
 35. Yunga S.L. *Sejsmotektonicheskie deformacii i napryazheniya v skladchatykh poiyasah neotektonicheskoy aktivizacii Severnoj Evrazii (Seismotectonic deformations and stresses in folded belts of neotectonic activation of Northern Eurasia).* *Fizika Zemli*, 1996, no. 12, pp. 37–58 (in Russian).
 36. Yakobson A.N. *Litosfera Yuzhnogo Kaspiya. Tomograficheskaya model' (Lithosphere of the Southern Caspian. Tomographic model).* *Otechestvennaya geologiya*, 2002, no. 2, pp. 54–64 (in Russian).
 37. Anderson E.M. *The dynamics of faulting.* *Trans. Edinburgh, Geol.* 1951. Sec. (8), pp. 387–402.
 38. Volfman Yu.M., Kolesnikova E.Ya., Pustovitenko B.G., Milyukov V.K. *Selective Manifestation of Sismogenic Stress Field within the Mediterranean Belt (Based on Earthquake Focal Mechanism Solutions) // Journal of Volcanology and Seismology.* 2017, vol. 11, no. 6, pp. 447–461.
 39. Zelenin E.A., Bachmanov D.M., Garipova S.T., Trifonov V.G., Kozhurin A.I. *The Active Faults of Eurasia Database (AFEAD): the ontology and design behind the continental-scale dataset // Earth System Science Data.* 2022, vol. 14, pp. 4489–4503.
 40. *Baza dannykh aktivnykh razlomov Evrazii i prilegayushchih akvatorij (AFEAD). (Database of active faults of Eurasia and adjacent waters).* [Elektronnyj resurs] URL: http://neotec.ginras.ru/index/mapbox/database_map.html (data obrashcheniya 06.05.2025).
 41. *Evropejsko-Sredizemnomorskij sejsmologicheskij centr (EMSC). (European-Mediterranean Seismological Center).* [Elektronnyj resurs] URL: emsc-csem.org (data obrashcheniya 08.04.2025).
 42. *Mezhdunarodnyj sejsmologicheskij centr (International Seismological Centre) (ISC).* [Elektronnyj resurs] URL: <https://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin> (data obrashcheniya 20.11.2021).
 43. *Sejsmologicheskij katalog Kolumbijskogo universiteta (Columbia University Seismological Catalog).* [Elektronnyj resurs] URL: <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html> (data obrashcheniya 20.01.2022)
 44. *FIC «Edinaya geofizicheskaya sluzhba RAN». (Federal Research Center "Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences").* [Elektronnyj resurs] URL: http://www.ceme.gsras.ru/cgi-bin/info_quake.pl (data obrashcheniya 29.05.2025).

Поступила в редакцию 18.07.2025 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Аджиев Аджиев
Руслан Ибрагимович**

аспирант кафедры экологии и природопользования, Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева, г. Карачаевск, Российская Федерация.

**Борисов
Дмитрий
Андреевич**

студент 2 курса магистратуры, Российская Академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация.

**Вахрушев Борис
Александрович**

доктор географических наук, профессор, профессор кафедры физической географии и геоморфологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.

**Вольфман Юрий
Михайлович**

доктор геолого-минералогических наук, профессор, директор Института сейсмологии и геодинамики, (структурное подразделение) «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.

**Воронин Игорь
Николаевич**

доктор географических наук, профессор, профессор кафедры социально-экономической географии им. Н.В. Багрова, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.

**Гайсин Ильгизар
Тимергалиевич**

доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры теории и методики географического и экологического образования Института геологии и нефтегазовых технологий, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация.

**Гайсин Ренат
Ильгизарович**

кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики географического и экологического образования Института геологии и нефтегазовых технологий, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация.

**Голубченко Игорь
Вячеславович**

кандидат географических наук, доцент Российской Академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, доцент, г. Москва, Российская Федерация.

Дега Наталья Сергеевна	кандидат географических наук, доцент, Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева, г. Карачаевск, Российская Федерация.
Иванов Константин Сергеевич	кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН, г. Тюмень, Российская Федерация.
Калуцков Владимир Николаевич	доктор географических наук, доцент, профессор факультета иностранных языков и регионоведения, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация.
Козлова Диана Анатольевна	кандидат исторических наук, доцент Института туризма, сервиса и креативных индустрий, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация.
Колесникова Екатерина Яковлевна	ведущий инженер Института сейсмологии и геодинамики, (структурное подразделение) «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Кубышкина Елена Николаевна	кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры теории и методики географического и экологического образования Института геологии и нефтегазовых технологий, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация.
Кутикова Екатерина Викторовна	аспирант кафедры физической географии и геоморфологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Логвина Елена Владимировна	кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры туризма, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Петров Юрий Владимирович	кандидат географических наук, доцент, доцент ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень, Российская Федерация.
Рубцов Владимир Анатольевич	доктор географических наук, профессор, профессор кафедры туризма и гостиничного дела Института управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Стрельцова Ярослава Антоновна** ассистент, ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень, Российская Федерация.
- Тищенко Александр Иванович** кандидат геолого-минералогических наук, главный специалист Геологического музея им. Н.И. Андрусова, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Узденова Халимат Иссаевна** старший преподаватель кафедры экологии и природопользования, Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева, , г. Карачаевск, Российская Федерация.
- Уткина Анастасия Владимировна** бакалавр четвертого года обучения кафедры туризма, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Юдин Виктор Владимирович** доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик, Межрегиональная общественная организация Крымская Академия наук, г. Симферополь, Российская Федерация.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

Борисов Д. А., Голубченко И. В.

Актуальное состояние и будущее пресных водоемов на фоне трансформации
пляжного туризма в России 3

Воронин И. Н.

Территориальная структура сельского ритейла Республики Крым 19

Гайсин Р. И., Рубцов В. А., Гайсин И. Т., Кубышкина Е. Н.

Геодемографические аспекты развития сельского населения в республиках
Волго-Вятского экономического района 26

Калуцков В. Н., Козлова Д. А.

Чеховский ландшафт Таганрога: история формирования и современное
состояние 39

Логвина Е. В., Уткина А. В.

Тенденции и вызовы использования нейронных сетей в туризме 53

РАЗДЕЛ 2.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

Вахрушев Б. А., Кутикова Е. В.

Роль геоморфологических факторов в формировании пространственной
структуры ландшафтов локального уровня на примере Горного Крыма 68

РАЗДЕЛ 3.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Дега Н. С., Аджиев Р. И., Узденова Х. И.

Организация геоинформационного мониторинга на особо охраняемых
природных территориях Северо-Кавказского федерального округа
с помощью «NextGIS» 80

Стрельцова Я. А., Петров Ю. В.

Экологизация массовых общественных мероприятий 96

РАЗДЕЛ 4.

ГЕОЛОГИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Иванов К. С.

Арктическое строительство с применением местных сырьевых ресурсов..... 106

Тищенко А. И. Минералы карстовых полостей и искусственных горных выработок Крыма	117
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Юдин В. В. Тектоника у источников подземных вод Крыма	132
-----------------------------------------------------------------------	-----

**РАЗДЕЛ 5.
ГЕОФИЗИКА И СЕЙСМОЛОГИЯ**

Вольфман Ю. М., Колесникова Е. Я. Кинематика сейсмогенеза Среднекаспийского региона. Статья 1. Доминирующие обстановки и инверсионный характер их проявлений	149
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	175
----------------------------------	------------