Труды Карельского научного центра РАН. 2026. № 10. С. 24–53
Transactions of the Karelian Research Centre RAS. 2026. No. 10. P. 24–53
DOI: 10.17076/geo2458

УДК 55:502.64(470.22)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РОЛЬ В РАЗВИТИИ РЕГИОНА

С. А. Светов

Институт геологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»
(ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910)

Республика Карелия, расположенная в пределах Фенноскандинавского щита, представляет собой уникальный геологический «архив», охватывающий более 3,5 млрд лет истории Земли – от формирования ранней континентальной коры, архейских зеленокаменных поясов, протерозойских вулканогенно-осадочных комплексов, уникальных минеральных систем до поздних голоценовых ледниковых событий. Геологическая история формирования территории Карелии находит свое отражение в многочисленных объектах геологического наследия, включающих стратотипические разрезы, палеонтологические местонахождения, минералого-петрографические памятники, геоморфологические и тектонические объекты, астроблемы, а также исторические горнопромышленные комплексы. На основе инвентаризации ранее выделенных объектов геонаследия Карелии и кластерного подхода к рекреационному освоению территории выделены перспективные, географически и тематически связанные геокластеры, различающиеся по геологическому нарративу и рекреационному потенциалу. На примере Горного парка «Рускеала» продемонстрирована эффективность коммерциализации геологического наследия, основанная на интеграции научного, предпринимательского и общественного потенциалов. Предложено обоснование концепции геологического наследия как нового вида природного ресурса, принципиально отличающейся от невозобновляемых сырьевых запасов тем, что его ценность не убывает при использовании, а возрастает при сохранении, интерпретации и изучении. Обсуждается идея создания в Карелии сети геопарков и визит-центров, в том числе в столице республики – г. Петрозаводске как триггеров комплексного регионального развития. Показано, что геологическая история и объекты геонаследия могут стать основой для формирования региональной идентичности и нового имиджа территории как музея под открытым небом, как центра природного туризма и просвещения.

Ключевые слова: Республика Карелия; Фенноскандинавский щит; геологическое наследие; геотуризм; геокластеры; геопарки; устойчивое развитие

Для цитирования: Светов С. А. Геологическое наследие Республики Карелия: современное состояние, перспективы использования и роль в развитии региона // Труды Карельского научного центра РАН. 2026. № 10. С. 24–53. doi: 10.17076/geo2458

Финансирование. Работа выполнена в рамках госзадания по теме НИР ИГ КарНЦ РАН.

S. A. Svetov. GEOLOGICAL HERITAGE OF THE REPUBLIC OF KARELIA: CURRENT STATE, PROSPECTS FOR USE, AND ROLE IN REGIONAL DEVELOPMENT

Institute of Geology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences (11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia)

The Republic of Karelia, situated within the Fennoscandian Shield, represents a unique geological archive spanning more than 3.5 billion years of Earth's history – from the formation of early continental crust and Achaean greenstone belts, through Proterozoic volcanic-sedimentary complexes and unique mineral systems, to late glacial events. The geological evolution of Karelia is reflected in numerous geoheritage objects, including stratotype sections, paleontological localities, mineralogical-petrographic monuments, geomorphological and tectonic features, astroblemes, as well as historical mining and industrial complexes. Based on an inventory of previously identified geoheritage sites and a cluster approach to recreational land use, several geographically and thematically coherent geoclusters have been distinguished, each with its own geological narrative and recreational potential. The case of the Ruskeala Mining Park demonstrates the effectiveness of geoheritage commercialization through the integration of scientific, entrepreneurial and public potentials. The paper substantiates the concept of geological heritage as a new type of natural resource – one fundamentally different from non-renewable raw material reserves in that instead of diminish with use, its value grows through conservation, interpretation and ongoing scientific study. The idea of establishing a network of geoparks and visitor centers in Karelia, including in the republic's capital, Petrozavodsk, is proposed as a driver for integrated regional development. It is shown that geological history and geoheritage sites can serve as a foundation for shaping the regional identity and a new image of the territory – as an open-air museum, and as a center for nature-based tourism and education.

Keywords: Republic of Karelia; Fennoscandian Shield; geoheritage; geotourism; geoclusters; geoparks; sustainable development

For citation: Svetov S. A. Geological heritage of the Republic of Karelia: current state, prospects for use, and role in regional development. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS.* 2026. No. 10. P. 24–53. doi: 10.17076/geo2458

Funding. The work was carried out under state assignment to the Institute of Geology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences.

Введение

В научной практике под геологическим наследием понимается совокупность уникальных геологических объектов, которые служат естественными свидетельствами истории формирования и развития Земли, эволюции ранней биосферы, а также развития технологий освоения минеральных ресурсов. Такие объекты обладают выдающейся научной, культурной, эстетической и просветительской ценностью и нуждаются в сохранении *in situ* (в месте их естественного нахождения) [Лапо и др., 1993, 1997; Gray, 2004; Макарихин и др., 2007; Геологическое наследие…, 2008; Geoheritage…, 2025].

Термин «геологическое наследие» был впервые анонсирован на первом Международном симпозиуме, посвященном сохранению геологических объектов, состоявшемся в 1991 году во французском г. Digne-les-Bain [Actes…, 1994]. Этот форум стал знаковой вехой в развитии наук о Земле, заложив основные идеи в концепцию охраны геологических памятников природы и положив начало работе по созданию геопарков. По итогам работы симпозиума была принята «Digne Declaration» [Digne-les-Bains declaration…, 1991], в которой мировое геологическое сообщество впервые обратилось к властям всех уровней с призывом признать геологическое наследие неотъемлемой частью истории человечества и обеспечить его охрану наравне с объектами биосферы. Успех мероприятия способствовал учреждению в 1993 году Европейской ассоциации по охране геологического наследия («European Association for the Conservation of Geological Heritage»). Окончательное оформление этого научного направления произошло в 2004 году, когда на Международном геологическом конгрессе во Флоренции была проведена специальная сессия «Геология – источник культурного и геологического наследия», с этого

момента изучение геонаследия стало полноценной научной дисциплиной.

В России под «геологическим наследием» понимают широкий круг объектов, отражающих многообразие геологических событий в истории Земли: эталонные и уникальные разрезы, характерные элементы ландшафта или их сочетание, указывающие на отдельные этапы формирования современного облика планеты, проявления минералов, минеральных или породных ассоциаций, текстурных или структурных особенностей горных пород. К объектам геонаследия относятся следы жизнедеятельности и останки древних организмов, выходы подземных вод, водопады, карстовые пещеры и лабиринты, местонахождения, связанные с работой выдающихся естествоиспытателей и первопроходцев, свидетельства ранних горнопромышленных разработок, исторические карьеры и отвалы, участки ныне действующих карьеров и даже дорожные выемки, вскрывающие редкие породные последовательности [Лапо и др., 1993, 1997; Макарихин и др., 2007; Геологическое наследие..., 2008].

В настоящее время существует классификация объектов геонаследия, в которой применяется во многом близкая типизация на следующие виды: стратиграфические, палеонтологические, минералогические, рудно-петрологические, вулканологические, палеотектонические, структурно-геологические, палеогеографические, геоморфологические, гидрогеологические, историко-горно-геологические и др. [Лапо и др., 1997; Макарихин и др., 2007].

При выделении объектов геологического наследия используют такие критерии: редкость, наилучшая выраженность или масштабность проявленного на объекте геологического феномена; возможность использования объекта в качестве эталона; георазнообразие – разнообразие представленных элементов (фоссилий, минералов, горных пород, форм рельефа и т. д.); наиболее древнее или наиболее позднее проявление на объекте того или иного геологического феномена; активное протекание современных геологических процессов; наличие документированных наблюдений недавних геологических событий; значение объекта в истории становления геологии как науки или в развитии горного, инженерного дела; образовательное значение объекта; эстетическая и рекреационная привлекательность объекта [Cowie, Wimbledon, 1994; Макарихин и др., 2007; Геологическое наследие..., 2008; Gordon, 2019; Geoheritage..., 2025].

Геологическое наследие относится к числу невосполнимых природных ресурсов, подверженных риску деградации, нуждается в изучении, государственном учете и охране [Gray, 2004; Геологическое наследие..., 2008]. Объекты геонаследия, попадая под государственную охрану, приобретают статус особо охраняемых геологических памятников природы и становятся частью ООПТ; их наличие учитывается при развитии территорий и землепользовании. В отличие от заказников и заповедников, участки с геологическими памятниками природы обычно не изымаются из хозяйственного использования при условии защиты объектов от неблагоприятных воздействий. Реже они получают статус памятников археологии (пещеры, древние горные выработки) или входят в состав музеев-заповедников, заповедников и национальных парков.

По инициативе Международного союза геологических наук (IUGS) в ряде европейских стран осуществляется проект «Geosites», главная цель которого – создание международного реестра геонаследия, имеющего национальное и международное значение. Данный реестр призван помочь в его защите, геоконсервации и туристическом продвижении [Cleal et al., 2001].

Дополнительно к геонаследию могут относиться геологические объекты *ex situ* (вне естественного местоположения), т. е. те, которые были извлечены из естественного места залегания и перемещены для хранения, экспозиционирования и изучения. Чаще всего в такой роли выступают образцы минералов, горных пород, окаменелостей, керн скважин, ледниковые валуны и пр. Это делается, если объект находится под угрозой разрушения из-за эрозии, добычи полезных ископаемых, строительства и пр. Согласно современным принципам сохранения геонаследия, к *ex situ* прибегают только в крайних случаях, когда объект невозможно защитить на месте. Главный принцип геоконсервации – оставлять объект в естественной среде (*in situ*) для максимальной сохранности его геологического контекста.

Комплексное развитие идеи охраны и использования объектов геонаследия в мире привело к созданию сети крупных геопарков [Jones, 2008; Henriques & Brilha, 2017; Brilha, 2018; Geoheritage..., 2025]. В отличие от объектов геонаследия, геопарк представляет собой обширные территории, имеющие важное геологическое значение и при этом обладающие научной, образовательной ценностью и что крайне важно – социальной полезностью, т. е. способствуют глубокому пониманию истории эволюции Земли и его сохранению для будущих поколений. Геопарки акцентируют свою деятельность

на сохранении геологических объектов, образовании, геотуризме и популяризации геологических и естественно-научных знаний [Chen et al., 2015; Brilha, 2018; Ferdowsi, Nemeth, 2026].

В настоящее время (к середине 2026 года) в 51 стране мира насчитывается 241 действующий глобальный геопарк мирового уровня [https://www.unesco.org/en/iggp], в России к настоящему времени таких два: «Янган-Тау» и «Торатау» (Республика Башкортостан), которые первыми в стране получили данный статус. Каждый подобный объект играет особую роль в сохранении геологического наследия, природных и культурных ценностей.

Важно отметить, что в последнее десятилетие мировая индустрия туризма претерпевает существенную трансформацию, связанную с переориентацией потребительского спроса на осмысленные, образовательные и экологически ответственные путешествия. Одним из наиболее динамично развивающихся сегментов теперь выступает геотуризм, объединяющий изучение геологического наследия, устойчивое развитие территорий и просветительскую деятельность [Geoheritage…, 2025].

Таким образом, с одной стороны, глобальный рынок геотуризма демонстрирует устойчивый рост, наличие геопарков и уникального геонаследия становится значимым фактором территориального брендинга и экономического развития территорий, интерес к северным направлениям в мире и России растет опережающими темпами. С другой стороны, научно обоснованная стратегия системного использования геологического наследия регионов России и Карелии, в частности, для долгосрочного социально-экономического развития отсутствует. Геологические объекты остаются разрозненными, не интегрированными в единую сеть, их потенциал – как образовательный, так и коммерческий – используется фрагментарно. Данная работа ставит своей целью обоснование идей использования объектов геологического наследия Карелии в качестве важного драйвера регионального развития, отталкиваясь от мирового и существующего регионального опыта.

Республика Карелия: геологическое строение и уникальное георазнообразие

Наличие объектов геологического наследия в регионе является отражением особенностей его геологического строения. В геологическом плане территория Республики Карелия включает юго-восточную часть Фенноскандинавского щита, являющегося выступом докембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы. Главной отличительной чертой территории служит практически полное отсутствие фанерозойского осадочного чехла (за исключением локальных девонских образований на юго-востоке Карелии на границе с Вологодской обл.), что обеспечивает обнаженность докембрийской коры возрастом от 3,5 до 1,5 млрд лет (рис. 1).

Территория Республики Карелия включает три крупных тектонических сегмента, имеющих уникальную историю корообразования: Карельский кратон, Беломорский подвижный пояс и Свекофеннскую складчатую область [Слабунов и др., 2006].

Карельский кратон представляет собой обширную архейскую гранит-зеленокаменную область, сложенную тоналит-трондъемит-гранодиоритами (ТТГ) с возрастом образования от 3,4 до 2,5 млрд лет, а также супракрустальными вулканогенно-осадочными комплексами с возрастом 3,1–2,7 млрд лет, слагающими зеленокаменные и парагнейсовые пояса [Лобач-Жученко и др., 2000; Кожевников, 2000; Светов, 2005; Слабунов и др., 2006; Куликов и др., 2017]. В зеленокаменных поясах, таких как Ведлозерско-Сегозерском, Сумозерско-Кенозерском, Гимольско-Костомукшском, сформированных коматиит-базальтовыми, андезитовыми, дацитовыми ассоциациями и осадочными комплексами, метаморфизованными преимущественно в условиях зеленосланцевой и амфиболитовой фаций метаморфизма, сохраняются первичные структурные и текстурные особенности пород. Все это позволило установить уникальные для архея реликты древней океанической коры (офиолиты), фрагменты островных и вулканических дуг, образования аккреционных призм, глубоководных и мелководных осадочных бассейнов и даже отдельные палеовулканические постройки [Светов, 2005; Слабунов и др., 2006; Щипанский, 2008; Куликов и др., 2017]. В ряде зеленокаменных поясов, например, в Гимольском, Костомукшском, локализованы крупнейшие месторождения архейских железистых кварцитов на Северо-Западе России, во многих других известны рудопроявления благородных металлов [Слабунов и др., 2006].

Важный переходный этап развития Земли, граница архея – палеопротерозоя (2,5 млрд лет назад), широко запечатлен в Карельском кратоне благодаря сохранности рифтогенных комплексов, представленных вулканитами, песчаниками и конгломератами [Онежская…, 2011; Куликов и др., 2017], а также тиллитоподобными осадочными породами, являющимися

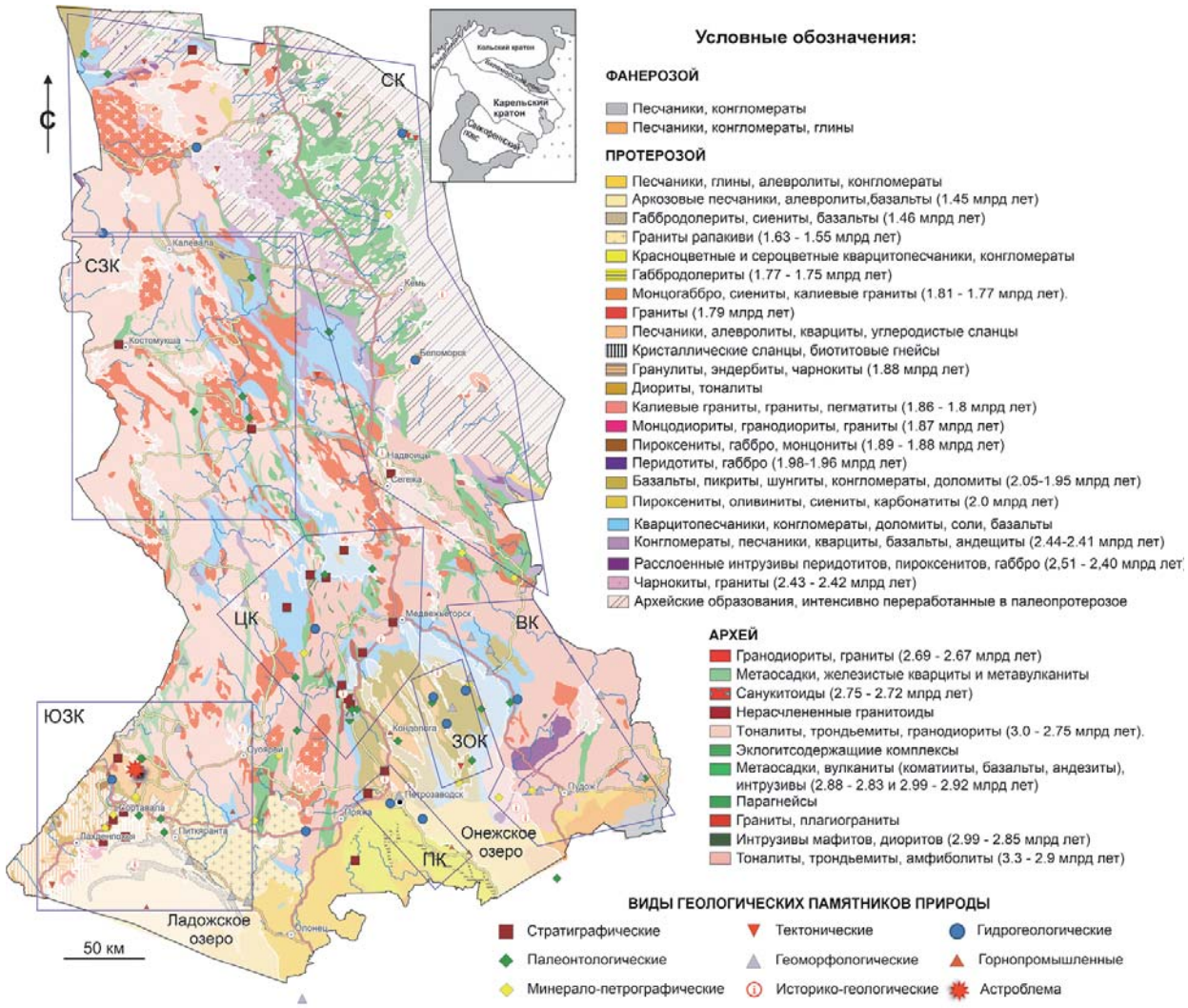


Рис. 1. Геологическая карта Республики Карелия [по: Куликов и др., 2017; Атлас..., 2021], размещение объектов геологического наследия и выделение предлагаемых рекреационных природных кластеров. Сокращения, используемые для обозначения кластеров: ЮЗК – Юго-Западный, ПК – Петрозаводский, ВК – Восточный, ЦК – Центральный, ЗОК – Заонежский, СЗК – Северо-Западный, СК – Северный. На врезке – схема строения Фенноскандинавского щита

Fig. 1. Geological map of the Republic of Karelia [based on Kulikov et al., 2017; Atlas..., 2021], showing the distribution of geological heritage sites and the delineation of the proposed recreational natural clusters. Abbreviations used for the clusters: ЮЗК – South-Western, ПК – Petrozavodsk, ВК – Eastern, ЦК – Central, ЗОК – Zaonega, СЗК – North-Western, СК – Northern. Inset – simplified structural layout of the Fennoscandian Shield

маркером гуронского оледенения – одного из наиболее масштабных и продолжительных в истории планеты.

Палеопротерозойские образования Карельского кратона сохранились в пределах крупных структур – Онежской, Ладожской, Сегозерской и др. Их разрезы представляют собой уникальный архив ранней истории Земли, фиксируя эволюцию континентальной коры в интервале от 2,5 до 1,5 млрд лет, а именно: заложение и развитие крупных магматических провинций платобазальтов, пикритов, андезибазальтов, формирование обширных морских осадочных бассейнов, с отложениями песчаников-алевролитов, доломитов, древнейших в мире солей, а также высокоуглеродистых шунгитовых пород [Онежская..., 2011; Куликов и др., 2017; Ладожская..., 2020]. На территории республики широко представлены докембрийские строматолиты [Макарихин и др., 2007], являющиеся древнейшими в Европе свидетелями сложноорганизованных экосистем, отражающих биологические процессы эволюции планеты в эпоху Великой кислородной катастрофы (Great Oxygenation Event) около 2,4–2,1 млрд лет назад.

Беломорский подвижный пояс является не менее уникальным геологическим объектом мирового значения. Формирующие его архейские гранитоиды и высокометаморфизованные породы зеленокаменных поясов, преобразованные в амфиболитовой, гранулитовой фациях метаморфизма, а также эклогиты, делают его глобальной природной лабораторией для изучения докембрийских акреционно-коллизионных процессов и эволюции литосферы ранней Земли, подтверждая существование субдукционной тектоники уже 2,8 млрд лет назад [Слабунов, 2008; Слабунов и др., 2021].

Важный этап становления консолидированной коры региона представлен в Свекофеннском аккреционном орогене (складчатой области), занимающем юго-западную часть Карелии (р-н Приладожья). Данная территория является классическим примером палеопротерозойской аккреционной системы, развивающейся в интервале 1,92–1,78 млрд лет назад, сформировавшей фундамент южной Фенноскандии в результате столкновения вулканических дуг и микроконтинентов с архейским кратоном [Балтыбаев, 2013; Ладожская…, 2020]. В ее строении представлены объемные толщи метаморфизованных вулканитов, граувакк, прорванных гранитоидами. Здесь расположены важные геологические объекты, такие как Питкярантские оловополиметаллические скарны, метатерригенные флишевые толщи, испытавшие высокоградиентный метаморфизм андалузит-силлиманитового типа, интрузивный комплекс гранитов рапакиви (Салминский массив, 1,55–1,53 млрд лет), фиксирующие переход к анорогенной стадии развития территории [Ларин, 2011], и многие другие объекты. Уникальность Свекофеннского аккреционного орогена делает его классическим объектом для понимания палеопротерозойских геодинамических процессов Земли.

На территории современного Приладожья также широко отражены неопротерозойские события, а именно стадия континентального рифтогенеза и развития пассивной окраины на юго-восточной периферии Свекофеннского орогена [Ладожская структура…, 2020]. В этот период кристаллический фундамент, консолидированный в палеопротерозое, испытывал медленное растяжение и погружение, что привело к формированию системы грабенов, выполненных толщей кварцевых песчаников, алевролитов, аргиллитов, накапливавшихся в мелководных морских и лагунных условиях. Исключительная ценность этой территории заключается в том, что она сохранила следы перехода от тектонически активного орогенного этапа к платформенному режиму, включая следы «суперконтинентальной сборки» (формирование суперконтинента Родинии около 1,0 млрд лет назад) и ее последующего распада.Таким образом, Карелия является «геологическим архивом» трех с половиной миллиардов лет истории развития Земли. Территорией, где можно проследить этапы зарождения первичной архейской сиалической коры, реконструировать стадии формирования суперконтинентов Кенорлен (2,7–2,5 млрд лет), Колумбия (2,0–1,5 млрд лет), Родиния (1,25–0,75 млрд лет) [Zhao et al., 2002; Nance et al., 2014; Nance, 2022], проследить масштабную миграцию углеводородов и этапы формирования рудных минеральных систем, чередование эпох оледенения и потепления.

Данные события и явления отражены в сотнях уникальных геологических обнажений, разрезах и ландшафтах, потенциально достойных стать объектами геологического наследия Республики Карелия, выделяя ее в масштабах России в качестве музея под открытым небом и эталонного полигона для расшифровки ранней истории нашей планеты.

На территории республики уже более 40 лет проводятся работы по инвентаризации и изучению геологических памятников природы сотрудниками Института геологии КарНЦ РАН, Института им. Карпинского и др. организаций. Важный вклад в эти работы внес В. В. Макарихин – большой энтузиаст и идеолог работ по «Карельскому геонаследию», а также П. В. Медведев, О. Б. Лавров, Д. В. Рычанчик, Л. В. Кулешевич, И. В. Борисов, А. А. Юшко, В. А. Шеков, В. В. Щипцов, А. И. Голубев, А. Е. Ромашкин, Н. И. Кондрашова, И. Н. Демидов, А. Д. Лукашов, В. С. Куликов, А. В. Степанова, В. В. Травин, А. В. Рахманова, В. В. Ериклинцев, В. А. Кузнецов, Н. И. Фришман, Т. С. Шелехова, Л. Ф. Бондарь, В. Я. Горьковец, В. Г. Пудовкин, М. Б. Раевская, В. В. Куликова, В. С. Степанов, Т. Е. Салтыкова, Н. С. Серебряков, А. И. Светова, О. С. Сибелев, Н. С. Старцев и многие другие исследователи, настоящие ценители природы и геологической истории [Макарихин и др., 2007 и ссылки там же; Mining road…, 2014; Геологическое наследие…, 2021; Южная Карелия…, 2024; Центральная Карелия…, 2025].

К настоящему времени на учет в регионе поставлено около 200 объектов геонаследия [Макарихин и др., 2007; Атлас…, 2021], 20-ти из которых официально присвоен статус особо охраняемых территорий, однако, научные исследования показывают, что подобных объектов существенно больше и работу по их актуализации необходимо методично продолжать.

Методы исследования

В основе работы лежал анализ рекреационного потенциала геологического наследия Карелии, как известных ранее объектов, так и новых перспективных локаций. В первую очередь рассматривались объекты, наиболее полно отражающие ключевые этапы региональной геологической истории и глобальные эволюционные процессы. Работа включала анализ опубликованных данных, актуализацию картографической базы и выделение наиболее перспективных локаций на основе существующего в республике рекреационно-просветительского интереса. Объекты геонаследия классифицировались по типологическому признаку (стратиграфические, геоморфологические, палеонтологические и т.д.), а их значимость определялась масштабом запечатленных в них процессов. Важнейшим критерием для выбора перспективных пямятников и локаций служила их физическая доступность. На основе географической группировки объектов предложено выделить геокластеры, имеющие различный научный, рекреационный и экономический потенциал.

В качестве экспериментального инструмента визуализации архитектурно-ландшафтных решений для предлагаемых к созданию геопарков и туристско-рекреационных объектов применялась нейросетевая модель Gemini 3. Использование ИИ позволило сгенерировать вариативные дизайн-концепции экспозиционных пространств, визит-центров, смотровых площадок и маршрутной инфраструктуры, интегрированных в природное окружение. На основе текстовых и пространственных промптов, включающих геологические описания объектов, топографические характеристики и эстетические параметры ландшафта, модель создавала фотореалистичные визуализации, позволяющие оценить гармонию и функциональность предлагаемых решений без проведения дорогостоящего натурного проектирования.

База данных

Актуализируемая база данных по объектам геонаследия Карелии интегрирована в ГИС «Геология Юго-Восточной Фенноскандии» масштаб 1:750000 [Куликов и др., 2017] с целью систематизации регионального георазнообразия. На основе ГИС в перспективе планируется создание инструмента для формирования научных и рекреационных маршрутов, организации студенческих и профессиональных практик, а также поддержки управленческих решений по интеграции геообъектов в туристическую инфраструктуру региона.

Результаты

К настоящему времени объекты геонаследия установлены во всех районах Республики Карелия и распределяются относительно равномерно по ее территории. На рис. 1 показана геологическая карта Республики Карелия с местоположением 161 объекта геонаследия [Макарихин и др., 2007; Атлас..., 2021]. Выделены следующие типы геологических памятников природы [Макарихин и др., 2007; Геологическое наследие..., 2021]: стратиграфические (опорные, типовые разрезы), палеонтологические, минералого-петрографические, тектонические, геоморфологические, астроблемы, историко-геологические, гидрогеологические, горнопромышленные, которые проиллюстрированы ниже отдельными примерами.

Стратиграфические (опорные и типовые разрезы) представляют собой эталонные последовательности горных пород, служащие основой для региональных и глобальных стратиграфических шкал. В Карелии широко развиты архейские комплексы: в структурах Хаутаваары, Совдозера, Койкар, Костомукши, Хизоваары и др., выделены опорные разрезы мезо-неоархейских (3,05–2,64 млрд лет) зеленокаменных поясов, отличающиеся высокой сохранностью и разнообразием породных литотипов. Палеопротерозойские образования сохранились в окрестностях Медвежьегорска, д. Красной Речки и п. Эльмус (вулканогенные разрезы сумийского надгоризонта (2,5–2,4 млрд лет), а также в бассейне р. Лужмы и около оз. Пялозера (терригенные толщи сариолия, 2,4–2,3 млрд лет). Побережье оз. Сегозера служит типовым разрезом ятулийского комплекса (2,3–2,1 млрд лет), объединяющего базальтовые лавы, карбонатные и вулканогенно-осадочные породы. Высокоуглеродистые породы (шунгиты) заонежского комплекса (2,05–1,98 млрд лет) представлены на СВ берегу Онежской структуры (поселки Толвуя, Шуньга, Зажогино), в районах д. Шуйской Чупы, оз. Укшозера, п. Соломенного и Ялгубского залива Онежского озера детально изучены и описаны разрезы вулканогенно-осадочных образований суйсарского надгоризонта (1,98–1,95 млрд лет); калевийский осадочный комплекс (1,92–1,8 млрд лет) представлен в р-не г. Кондопоги и озер Мунозеро – Вашезеро, а разрезы серых и малиновых кварцитопесчаников (петрозаводская

и шокшинская свита – 1,8–1,75 млрд лет), венчающие разрез нижнего протерозоя Карелии, прекрасно обнажены на территории Петрозаводска (карьер «Каменный бор») и д. Шокши. Доступны для осмотра и фрагменты разрезов мезопротерозойского вулканогенно-осадочного комплекса Приладожья, в р-не д. Салми (Пашско-Ладожской структуры), с возрастом образования 1,5–1,4 млрд лет. Научная значимость всех перечисленных объектов определяется их эталонным статусом для реконструкции ранней истории земной коры, эволюции вулканизма, осадконакопления и докембрийского рудогенеза.

Палеонтологические памятники природы представляют собой объекты, содержащие ископаемые остатки древней жизни и имеющие ключевое значение для реконструкции биологической эволюции и палеоклиматических обстановок прошлого планеты. Наиболее известные из них сосредоточены в береговых обнажениях озер Сегозеро, Мунозеро, Сундозеро, Пялозеро, Малое Янисъярви, а также Ладожского и Онежского озер (включая Южный Олений о-в), где установлено богатое видовое разнообразие строматолитов и онколитов возрастом около 2 млрд лет. Эти объекты служат ключевыми палеобиологическими эталонами для изучения ранних форм жизни и докембрийских экосистем.

Минералого-петрографические памятники объединяют объекты, к которым относятся уникальные типы горных пород и проявления редких минеральных ассоциаций. В Карелии эта группа включает максимально разнообразные образования. Среди вулканогенных объектов выделяются мыс Мустаниеми (оз. Совдозеро), гора Чалка и территории д. Игнойлы, где вскрыты уникальные по сохранности выходы коматиитовых и андезитовых лав и туфов мезоархейского возраста – свидетелей высокотемпературного мантийного и корового магматизма. На территории Ялгубы обнажаются красивейшие подушечные и вариолитовые лавы пикритов, с включениями углеводородов, свидетели ликвационных процессов и миграции древних нефтей в вулканических толщах. Район поморского с. Гридино представляет собой эталонное проявление архейских и палеопротерозойских эклогитов – глубинных пород, образовавшихся при высоких давлениях. Участки Лебещина, Зажогино и Толвуя демонстрируют обнажения высокоуглеродистых алевролитов, шунгитов и силлов габбро-долеритов палеопротерозойского возраста, имеющих значение для изучения процессов накопления углеводородов.

Минералогическую «Мекку» Карелии формируют пегматитовые поля поселков Тэдино, Малиновая Варакка и Слюдоваракка, проявление корундсодержащих пород на Хитострове в Беломорском подвижном поясе, а также месторождение гранатов Кителя, известное крупными прозрачными кристаллами альмандина. Многочисленные объекты этого типа дополняют картину яркого минералого-петрографического разнообразия региона, они могут служить не только основой для научных исследований, но и являются перспективными точками геотуристических маршрутов, позволяя наглядно демонстрировать редкие геологические феномены.

Тектонические памятники природы представляют собой уникальные естественные обнажения, в которых наблюдаются результаты тектонических процессов – разрывных нарушений, складчатых деформаций, зон дробления и метаморфизма, связанные с движениями земной коры. Эти объекты являются ключевыми для понимания геодинамической эволюции Фенноскандинавского щита, в них зафиксированы следы различных процессов, начиная от архейских аккреционно-колизионных до неопротерозойских рифтогенных событий. Ярким примером могут быть территории проявления дайковых роев (маркирующих этап растяжения земной коры) архейского возраста, например, в Чалкинской и Ирингорской структурах, палеопротерозойского этапа на Воротной Луде (Кемского р-на), в р-не с. Гридино, оз. Корбозера и других объектах. Широко представлены уникальные образования тектонических меланжей в Северной Карелии, разрывные сдвиговые зоны (связанные с формированием поздних рудных систем) в Центральной Карелии (р-н оз. Шитолампи, д. Койкары) и Приладожье. Все эти объекты в совокупности отражают сложную полифазную тектоническую историю региона. В рекреационном аспекте тектонические памятники привлекательны для образовательного туризма и являются незаменимыми площадками для полевых практик и геоэкскурсий.

Геоморфологические памятники природы относятся к наиболее выразительным и эстетически значимым категориям геологического наследия Карелии, поскольку они отражают длительную историю рельефообразования – от докембрийских тектонических движений до ледниковых событий четвертичного периода и современных экзогенных преобразований. Наиболее ярким и узнаваемым объектом этого типа является гора Воттоваара – скальный массив, расположенный в центральной

части Западно-Карельской возвышенности. Ее рельеф сформирован сочетанием тектонических поднятий и последующей длительной денудации, что привело к образованию причудливых скальных останцов, глубоких трещин, ромбовидных бассейнов и живописных уступов. К другим значимым геоморфологическим объектам Карелии относятся: Тунгозеро (комплекс моренных гряд), архипелаг Кузова (скальные останцы – «бараньи лбы» с ледниковой штриховкой, аккумулятивными террасами и береговыми валами), Уксинская озовая гряда, Челмужская коса (боковая ледниковая гряда), Пионерный канал (аккумулятивная песчаная равнина, дельтовые отложения, антропогенно-измененный рельеф), р. Сухая Водла (валунно-глыбовые краевые ледниковые образования) и многие прочие объекты. Все они представляют собой отражение четвертичной истории региона: здесь зафиксированы следы нескольких стадий оледенения – от экзарационных форм (бараньи лбы, ледниковые шрамы) до аккумулятивных (озы, камы, друмлины) и флювиогляциальных образований. Совокупная научная ценность геоморфологических памятников заключается в том, что они служат естественными архивами палеогеографических обстановок, позволяя реконструировать динамику ледниковых покровов, изменения уровня океана и даже климата. Чаще всего эти объекты являются основными точками геотуристических маршрутов, сочетая познавательную ценность с высокими эстетическими качествами карельских ландшафтов.

Историко-геологические памятники объединяют объекты, в которых геологическое строение территории неразрывно связано с культурно-историческим развитием общества, отражая многовековое взаимодействие человека с минеральными ресурсами и геологической средой. Наиболее известным объектом этой категории является мыс Бесов Нос и Пери Нос на восточном побережье Онежского озера. Здесь на гладких отполированных ледником гранитных поверхностях выбиты многочисленные петроглифы – наскальные изображения. Уникальность объекта определяется сочетанием «холста» – архейских эндербитов с ксенолитами гранитоидов, ставших естественным полотном для картин древних художников. Подобные объекты представлены и на Беломорском побережье, где роль холста выполняют уже тоналито-гнейсы.

Ранние этапы освоения недр Карелии представлены горными выработками Воицкого рудника, служащими материальным свидетельством зарождения золотодобычи и горнорудного дела в Карелии и др. объектами.

На примере разрезов в р-не Ялгубского кряжа, р. Суны, озер Кончозера и Укшозера, п. Шокши можно проследить становление и развитие научных знаний в России, начиная от первых экспедиционных наблюдений в XVIII веке до формирования научных теорий школ в XIX–XX вв.

Значимость историко-геологических памятников Карелии заключается в том, что они позволяют реконструировать историю взаимодействия человека с геологической средой – от первобытного искусства до промышленного освоения минеральных богатств, от наблюдения над природными образованиями до крупных научных выводов, теорий, научных школ, что делает их важнейшими объектами познавательного природного туризма.

Гидрогеологические памятники объединяют аттрактивные озерные, речные объекты, естественные выходы подземных вод, отражающие гидродинамические и гидрохимические особенности региона. Примером могут служить многочисленные перекаты, пороги и водопады на реках Карелии, таких как Тохмайоки, каскад водопадов Ахинкоски, пороги и водопады рек Суны, Шуи, демонстрирующие активную гидродинамику и высокие эстетические качества. Среди выходов подземных вод наиболее известны родники: «Три Ивана», «Соляная Яма», «Царицын ключ», «Фонтаны», представляющие различные типы подземных вод с уникальным химическим составом и вкусовыми свойствами, являющиеся важным элементом рекреационного потенциала региона.

Астроблемы – это ударно-метеоритные кратеры, образовавшиеся при падении крупных космических тел, являются уникальными объектами для изучения импактного метаморфизма и планетной геологии. Наиболее ярким примером в Карелии служит оз. Янисъярви – ударный кратер диаметром 14 км, возникший около 700 млн лет назад в результате падения космического тела. В береговых обнажениях озера широко распространены импактные породы – зювиты и тагомиты, образованные в результате плавления и дробления горных пород при сверхвысоких давлениях и температурах. Объект обладает высоким туристическим потенциалом как уникальный ландшафтный и образовательный памятник природы, свидетельство глобальной космической катастрофы.

Горнопромышленные памятники объединяют объекты, связанные с историей развития горного дела и металлургии в Карелии. Наиболее известным является Горный парк

«Рускеала» – современный парк на месте мраморных карьеров, разрабатывавшихся с 1765 года. К крупным объектам могут быть отнесены: исторические ломки месторождения мрамора Белая гора, в настоящее время развивающийся горный парк, карьеры шунгитовых пород поселков Максово и Зажогино в Заонежье, а также Нигозеро, с выходами шунгитсодержащих пород и антраксолитовых стяжений, исторические ломки малиновых кварцитопесчаников в п. Шокше, известных с XVIII века.

Памятниками металлургического производства служат фрагменты построек чугуноплавильного завода в Туломозере (1762 год, устье р. Туломы), а также фрагменты цехов медеплавильного завода в Кончезере и ряд других объектов.

Научная значимость горнопромышленных памятников определяется их ролью в отражении этапов освоения минеральных ресурсов, в эволюции горных технологий и формировании индустриального ландшафта региона. Подобные объекты обладают высоким туристическим потенциалом за счет сочетания природно-техногенных ландшафтов и уникальной истории освоения месторождения, истории применения добытого камня, а также человеческих судеб, неразрывно с этим связанных. Все это делает их ключевыми центрами притяжения для развития познавательного и природного туризма.

От объектов геонаследия к геологическим рекреационным кластерам

Удачная локализация большинства объектов геонаследия в пределах транспортно-доступных районов создает основу для их системного, планомерного освоения на основе кластерного подхода. Предполагая группировку объектов как по географическому, так и генетическому принципу, можно не только повысить их научно-познавательную ценность, но и сформировать полноценные туристские продукты, способные конкурировать на Российском межрегиональном и международном уровнях. Все это будет способствовать диверсификации потока туристов, сделает их пребывание на территории кластера более продолжительным и насыщенным, а также позволит сформировать экономический запрос на развитие смежных индустрий – от гостеприимства до ремесленнических и сувенирных промыслов. Глобально – формирование в республике концепции природных рекреационных кластеров позволит более взвешенно вовлекать в туристическое использование объекты геонаследия, управлять ими, а что самое важное – равномерно распределять туристические потоки, проводить охранные и мониторинговые мероприятия, развивать научные исследования. Вместе с тем, данная деятельность не может откладываться на будущее, так как в результате активных научных исследований большие объемы популярной информации о природных объектах становятся общедоступными, вызывают интерес туристов, формируют новые точки притяжения, которые в итоге приводят к бесконтрольной эксплуатации геонаследия и его быстрой деградации.

В качестве примера приведен вариант выделения по географическому признаку крупных рекреационных кластеров, различающиеся по тематике, инфраструктурной зрелости и рекреационному потенциалу (см. рис. 1). Для развития кластера принципиально важным является формирование в его внутренней структуре ярких точек притяжения – «якорных объектов», например, тематических геопарков, визитцентров, которые потенциально могут стать триггером для экономического развития всей территории кластера.

Юго-Западный кластер (Приладожье, центр – г. Сортавала). Уникальность данного кластера определяется двумя взаимодополняющими аспектами. Во-первых, здесь на компактной площади представлен практически полный спектр геологических процессов, запечатленных в объектах геонаследия – от вулканических, гидротермальных, тектонических, геоморфологических, техногенных до импактных. Такое генетическое разнообразие превращает территорию в уникальный полигон для сравнительного наблюдения различных этапов развития Земли и горного дела в России, в настоящий музей под открытым небом (рис. 2).

Во-вторых, пространственная структура кластера отличается исключительным ландшафтным разнообразием: мраморные каньоны Рускеалы сменяются гранитными уступами, многочисленные водопадные каскады – спокойными озерными акваториями, открытые карьеры – подземными штольнями. Эта эстетическая полифония в сочетании с научной насыщенностью делает кластер привлекательным как для профессиональных геологических экскурсий, так и для массового познавательного туризма. Важно отметить, что с 1961 года [Булах, Франк-Каменецкий, 1961] территории в р-не г. Питкяранты и п. Импилахти служат постоянным учебным полигоном для практик студентов СПбГУ, МГУ и ПетрГУ.

Кластер обладает современной транспортной инфраструктурой и устойчивым

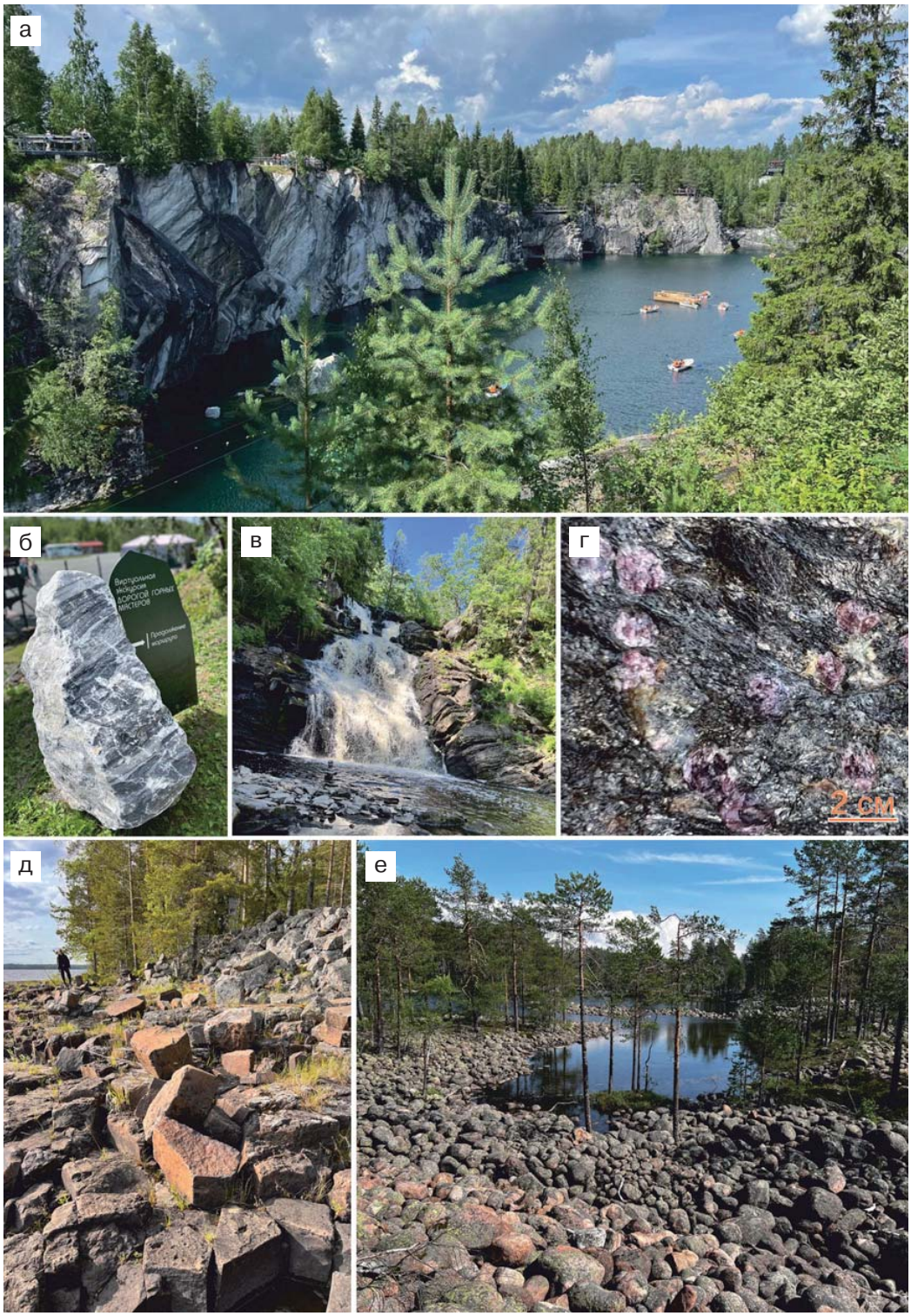


Рис. 2. Пример объектов геологического наследия Юго-Западного кластера: а – мраморный карьер в Горном парке «Рускеала» с элементами инфраструктурного обустройства; б – штуф Рускеальского мрамора как информационный элемент маршрута; в – комплекс водопадов Юканкоски на р. Кулисмайоки, парк «Белые мосты»; г – гранат (альмандин) Кительское месторождение; д – полигональная отдельность в береговых обнажениях импактитов о-в Янисъярви; е – валунные озовые «реки» Уксинской гряды

Fig. 2. Examples of geological heritage sites of the South-Western cluster: a – marble quarry in the Ruskeala Mountain Park with infrastructure elements; б – a hand specimen of Ruskeala marble used as an informational sign along the route; в – the Yukankoski waterfall complex on the Kulismajoki River, Belye Mosty Park; г – garnet (almandine) from the Kitelya deposit; д – polygonal jointing in coastal outcrops of impactites on the islands of Lake Yanisyarvi; e – boulder esker “rivers” of the Uksa ridge

туристическим интересом, его главный якорный объект – Горный парк «Рускеала».

Появление новых точек притяжения – ландшафтных объектов, геологических памятников природы, музеев, таких как о-в Койонсаари, острова Ладожских шхер – Путсаари, Тулолансаари, Риеккалансаари, Ювень, «Долина водопадов», водопады Юканкоски, Гора Филина, Гора Паасонвуори, «Минерал-Центр», «Карельский зоопарк», уже формирует значительный туристический поток на данной территории, который может быть эффективно диверсифицирован по всей сети кластера, за счет создания новых природных геологических парков (самыми перспективными можно назвать геопарки «Астроблема Янисъярви», «Уксинская озовая гряда»), а также отдельные геообъекты разных типов и маршруты – например, по местам исторических разработок отвалам железорудных, медных и пегматитовых месторождений Люппико, Питкяранты, отработанных карьеров по добыче гранитов рапакиви о-ва Сюскюянсаари, минеральным копям гранатов в Кителя и многим другим объектам. Это благодаря мультипликативному эффекту позволит комплексно развивать территорию Приладожья – уникального минералогического и геологического музея под открытым небом, сочетая высокую антропогенную нагрузку на территорию с эффективным использованием объектов геонаследия, с предотвращением их деградации.

Петрозаводский кластер занимает особое место в формирующейся системе геонаследия Карелии благодаря своей исключительной доступности и просветительской ценности. Расположенный в непосредственной близости от столицы региона г. Петрозаводска, он представляет собой серию ландшафтно-геологических локаций, где в естественных и техногенных обнажениях представлены ключевые события развития нашей планеты в палеопротерозое, в интервале 2,5–1,7 млрд лет, и последнем ледниковом периоде (20–6 тыс. лет назад). Ландшафтная палитра кластера не менее выразительна, чем его научное наполнение (рис. 3): обширные выходы вулканических пород, фрагменты подводящих лавовых каналов и неков, тектонические уступы Чертова Стула, разрезы осадочных толщ малиновых кварцитов и исторические разработки п. Шокши, каменоломни песчаников о-ва Брусно, сейсмодислокации Шуйских скал и Ялгубы, области распространения пирокластических пород у озер Кончозеро – Укшозеро, живописная долина р. Лососинки создают полную картину геологической эволюции региона.

Якорными объектами кластера могут выступать следующие территории, в перспективе самые городские природно-геологические парки России: геопарк «Древние вулканы Карелии» (объединяющий городскую область распространения палеопротерозойских вулканических образований в р-не урочища Чертов Стул – Ботанический сад – п. Соломенное), геопарк «Каменный бор», объект, сочетающий аттрактивные исторические ломки палеопротерозойских кварцитопесчаников с искусственным водоемом и уникальным горным ландшафтом, находящийся в самом сердце города, и как дополнение – геопарк «Вулкан Варио» (Ялгубский разрез палеопротерозойских лав с вариолитовыми и подушечными текстурами) и «Шокша» – объединяющий исторические и современные ломки малинового кварцита с береговым ландшафтом Онежского озера.

Высокая степень обнаженности, пешая доступность для многих объектов и близость остальных к городской инфраструктуре делают данный кластер идеальной площадкой для рекреационной, образовательной деятельности, активного спорта, туризма и комплексной популяризации геологических знаний. Все это позволяет Петрозаводскому кластеру выполнять роль природных туристических ворот в геологическое прошлое Земли и Карелии, задавая высочайший стандарт доступности и познавательной насыщенности для всего республиканского природного геотуризма.

Центральный кластер (центр – п. Гирвас) представляет собой объединение уникальных объектов (рис. 4). В его основе лежат два палеовулканических центра – Гирвас и Пор-Порог, – их вулканические постройки и лавовые потоки палеопротерозойского возраста сохранились в исключительной полноте, что позволяет реконструировать не только морфологию древних вулканических аппаратов, но и динамику их извержений. Активное обустройство и развитие территории Гирвасского палеовулкана позволили на его основе уже сформировать современный геопарк «Палеовулкан Гирвас», центр постоянного всесезонного притяжения туристов. К ядру кластера примыкают объекты, отражающие разные этапы развития территории: разрез сухого русла р. Суны, обнажающий лавовые и осадочные толщи палеопротерозоя, Марциальные Воды – старейший в России бальнеологический курорт, чьи железистые воды обязаны своим происхождением взаимодействию подземных вод с шунгитовыми породами.

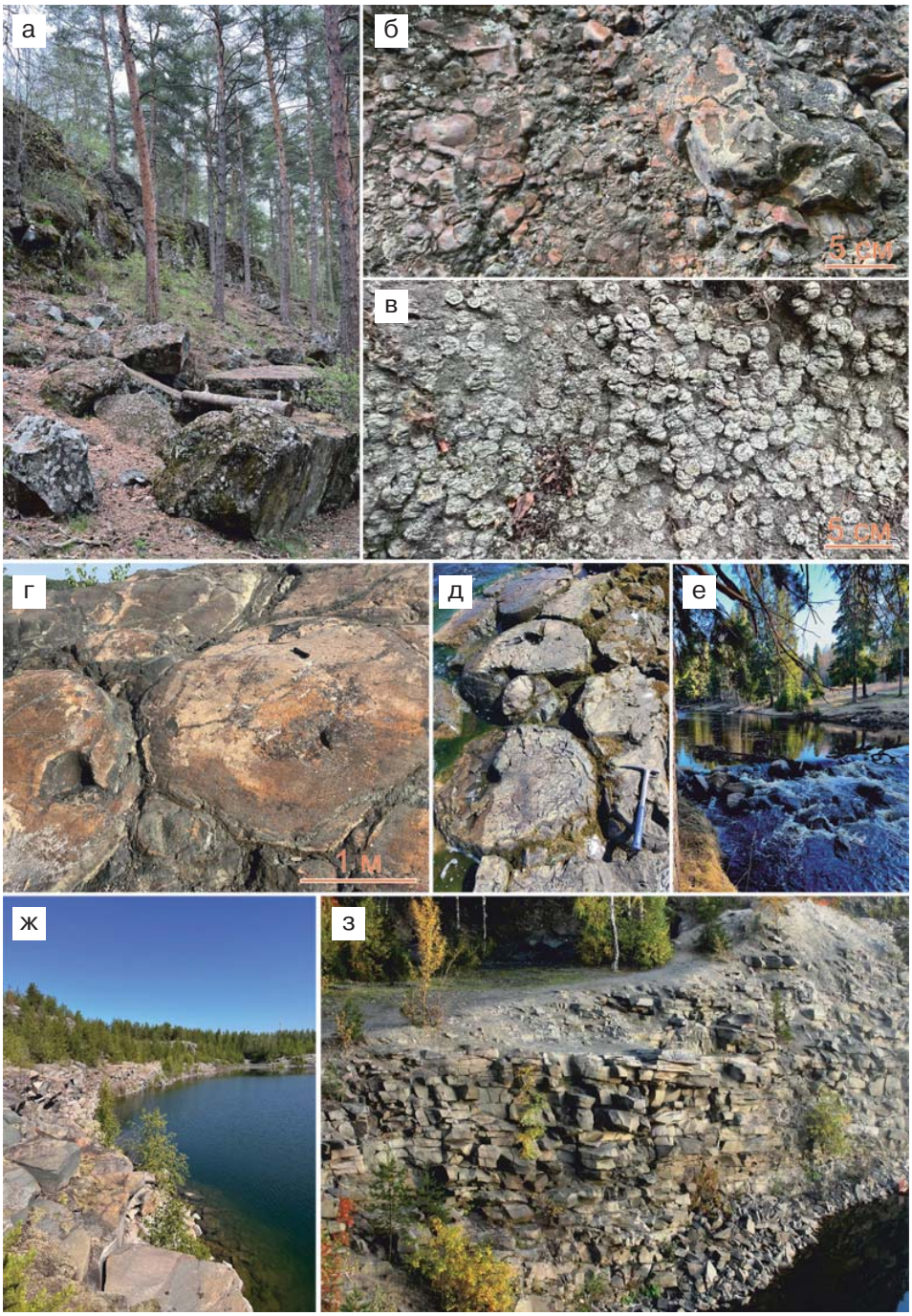


Рис. 3. Пример объектов геологического наследия Петрозаводского кластера: а – скальная гряда с вулканическим разрезом эксплозивных пород и зона сейсмообвала урочища Чертов Стул, планируемый геопарк «Древние вулканы Карелии»; б – агломератовые туфы пикробазальтов («соломенская брекчия»), урочище Чертов Стул; в – вариолитовые лавы пикробазальтов, урочище Чертов Стул; г – выходы гигантских подушечных лав, геопарк «Вулкан Варио»; д – р. Лососинка с каскадом перекатов и системой речных террас, г. Петрозаводск; е – исторические разработки кварцитопесчаников (ныне техногенное озеро), планируемый геопарк «Каменный бор»; ж – скальные гряды кварцитопесчаников со слоистостью и отдельностью, планируемый геопарк «Каменный бор»; з – исторические разработки малиновых кварцитопесчаников, планируемый геопарк «Шокша»

Fig. 3. Examples of geological heritage sites of the Petrozavodsk cluster: a – rock ridge with a volcanic section of pyroclastic rocks and a seismic collapse zone at the Chertov Stul locality, the planned geopark “Ancient Volcanoes of Karelia”; б – agglomerate tuffs of picritic basalts (“solomenskaya breccia”), Chertov Stul locality; в – variolitic lavas of picritic basalts, Chertov Stul locality; г – outcrops of giant pillow lavas, the “Vario Volcano” geopark; д – the Lososinka River with a cascade of riffles and a system of river terraces, Petrozavodsk; e – historic quarries of quartzite sandstones (now a man-made lake), the planned geopark “Kamenny Bor”; ж – rock ridges of quartzite sandstones with bedding and jointing, the planned geopark “Kamenny Bor”; з – historic quarries of crimson quartzite sandstones, the planned geopark “Shoksha”

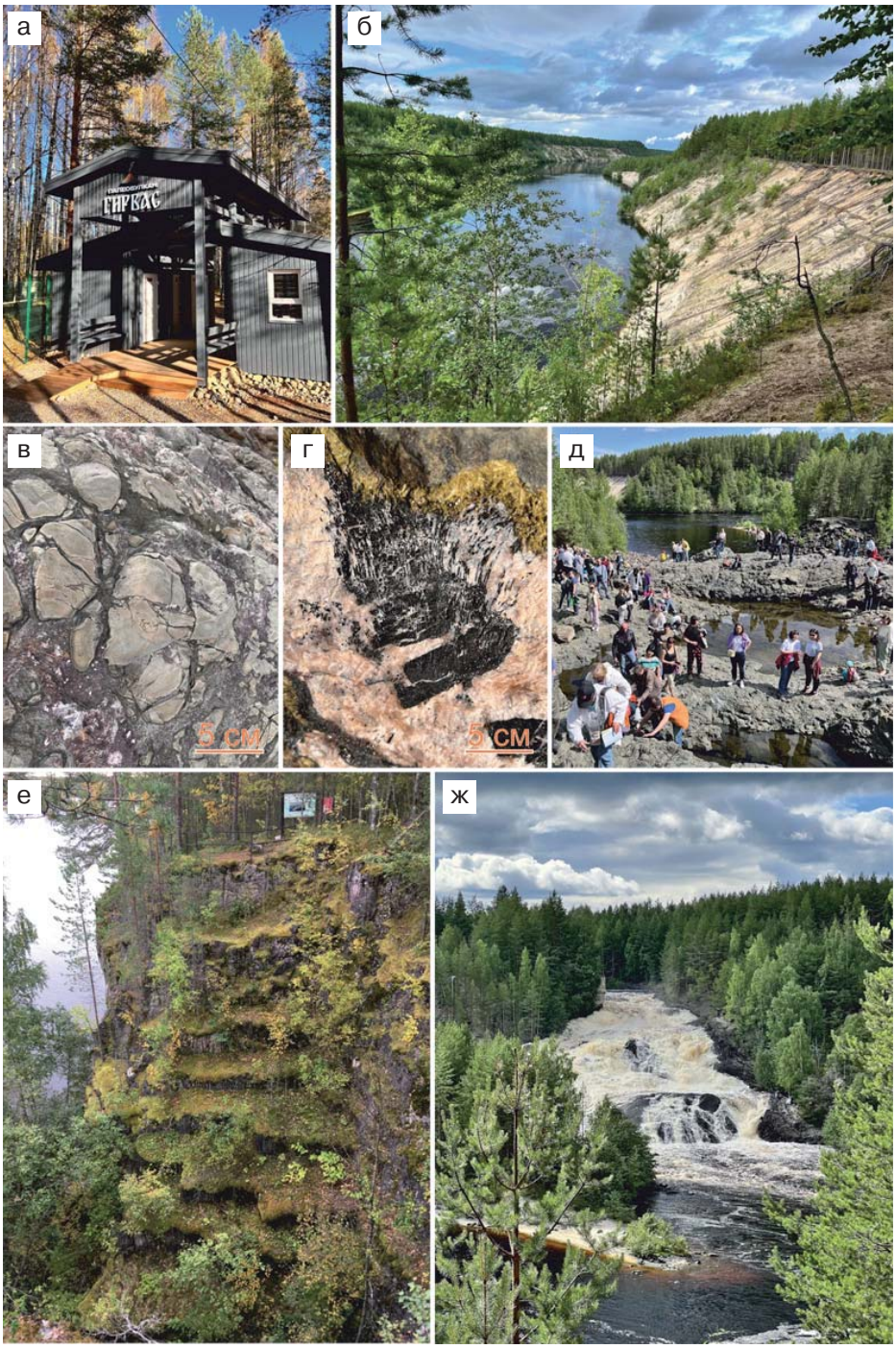


Рис. 4. Пример объектов геологического наследия Центрального кластера: а – входная зона геопарка «Палеовулкан Гирвас»; б – четвертичные отложения в р-не Пионерного канала (п. Гирвас); в – выходы лавобрекчии базальтов, геопарк «Палеовулкан Гирвас»; г – турмалин (шерл) – кальцит-эпидотовая минерализация гидротермальной полости в базальтовых лавах, геопарк «Палеовулкан Гирвас»; д – посетители геопарка «Палеовулкан Гирвас» во время праздника День вулкана, 11.06.2023; е – исторические разработки мраморов, вид со смотровой площадки, геопарк «Белая гора»; ж – антропогенный водопад Гирвас, спуск воды с плотины ГЭС, геопарка «Палеовулкан Гирвас»

Fig. 4. Examples of geological heritage sites of the Central cluster: a – entrance area of the “Girvas Paleovolcano Geopark”; б – Quaternary deposits in the area of the Pionerny Canal (Girvas settlement); в – outcrops of basalt lava breccia, “Girvas Paleovolcano Geopark”; г – tourmaline (scherl) – calcite-epidote mineralization in a hydrothermal cavity within basaltic lavas, “Girvas Paleovolcano Geopark”; д – visitors at the “Girvas Paleovolcano Geopark” during the “Volcano Day” festival, June 11, 2023; e – historical marble quarries, view from the observation deck, “Belaya Gora Geopark”; ж – anthropogenic Girvas waterfall, water discharge from the hydroelectric power plant dam, “Girvas Paleovolcano Geopark”

Дополнительную научную значимость кластеру придают строматолитовые комплексы озер Пялозера и Сундозера – свидетели древнейшей жизни на Земле (около 2 млрд лет), проявления озерных железных руд Сундозера, демонстрирующие процессы седиментации и рудогенеза в современных водоемах. Наличие современного горнодобывающего комплекса «Калиеволампи», производящего разработку сариолийских полимиктовых конгломератов на блочный камень, который начинает активно использоваться в архитектуре Санкт-Петербурга (отделка стен станции метро «Горный университет») и Москвы (пол в здании Ленинградского вокзала), потенциально может стать площадкой для геологической и технологической экспозиции, выполняя просветительские и профориентационные функции.

Особое место в кластере занимает гора Воттоваара (природный резерват, относимый к Водлозерскому национальному парку) – уникальный скальный массив с ярко выраженным денудационно-тектоническим рельефом, привлекающий огромное внимание как объект геотуризма.

Исторические мраморные разработки Белой горы (в настоящее время – развивающийся геопарк) вносят дополнительную горнопромышленную составляющую в Центральный кластер, а всемирно известный водопад Кивач с одноименным заповедником служит гидрологическим и природным эстетическим его акцентом.

Заонежский кластер (центр – п. Толвуя), расположенный на Заонежском п-ове, объединяет объекты геологического наследия, связанные с уникальными палеопротерозойскими высокоуглеродистыми породами – шунгитами, широко распространенными в пределах Онежской структуры (рис. 5). Шунгитовые породы возрастом около 2 млрд лет представляют собой палеонефти, не имеют прямых аналогов в мире и сконцентрированы преимущественно на территории Заонежского п-ова, в северной оконечности Онежской структуры. Ключевыми объектами кластера являются месторождения в пределах Толвуйской синклинали (р-н Шуньга, Зажогино, Лебещина), в составе кластера находится заброшенная шунгитовая штольня, расположенная на сухопутном пути к музею-заповеднику «Кижи», которая после инженерного укрепления может стать уникальным туристическим объектом и подземной научной лабораторией.

Природный ландшафт Заонежья отличается живописным сочетанием озерно-лесных массивов, изрезанной береговой линии Онежского озера и обнажений шунгитоносных пород, формирующих характерный черный оттенок скальных гряд, делая окружающую среду уникальной для региона.

Сочетание редких типов минерального сырья, эталонных геологических разрезов палеопротерозоя и аттрактивных природных ландшафтов придает Заонежскому кластеру высокую научную, образовательную и рекреационную значимость, открывая перспективы для развития промышленного, познавательного и экологического туризма, а также создания геопарка «Углерод» на базе шунгитовых разработок.

Северо-Западный кластер (центр – г. Костомукша) объединяет объекты геологического наследия, отражающие ключевые этапы формирования архейской коры Фенноскандинавского щита (рис. 6). Его основу составляют стратиграфические разрезы неоархейских зеленокаменных поясов, включая стратотипический разрез гимольской серии и шурловаарской свиты (2,8–2,7 млрд лет) с комплексом метавулканитов и осадочных пород.

Минералого-петрографические объекты геонаследия представлены выходами железистых кварцитов, магнезиальными гранитоидами (санукитоидами), щелочными и субщелочными интрузивными породами (включая лампроиты и кимберлиты), а также дайками долеритов, крупными жилами кварца и пегматитов. Среди рудных объектов выделяются золоторудное месторождение Таловейс и Костомукшская группа месторождений железистых кварцитов. Геоморфологический облик кластера формируют постледниковые холмисто-грядовые ландшафты.

В структуре кластера находится крупнейший в Карелии горнопромышленный комплекс, построенный для освоения Костомукшского железорудного месторождения, представленного полосчатыми железистыми кварцитами. А также два природных резервата – заповедник «Костомукшский» и национальный парк «Калевальский». Сочетание стратотипических разрезов, уникальных петрологических комплексов, действующего горнодобывающего производства и эталонных природных ландшафтов позволит выделить якорные объекты, обустроить новые точки притяжения для природного геотуризма. Перспективным было бы создание центра «Карельская железная руда» посвященного месторождению железистых кварцитов, истории их открытия и освоения. Все это придает кластеру высокую научную, образовательную и рекреационную ценность.



Рис. 5. Пример объектов геологического наследия Заонежского кластера: а – исторические горные выработки шунгитов с антропогенным водоемом (месторождение Зажогино); б – выходы высокоуглеродистых алевролитов (шунгитов); в – фрагмент шунгитовой штольни (п. Толвуя); г – столбчатая отдельность в высокоуглеродистых породах на контакте с интрузиями габбро-долеритов (р-н п. Толвуя); д – отработанный карьер шунгитов с зонами окисления первично пиритизированных пород (месторождение Зажогино); е – Гидрологический памятник природы «Царицын ключ» с участниками геологической экскурсии 01.07.21

Fig. 5. Examples of geological heritage sites of the Zaonega cluster: a – historical shungite mine with an artificial lake (Zazhogino deposit); б – outcrops of high-carbon siltstones (shungites); в – fragment of a shungite mine gallery (Tolvuya settlement); г – columnar jointing in high-carbon rocks at the contact with gabbro-dolerite intrusions (Tolvuya area); д – shungite quarry with oxidation zones of originally pyritized rocks (Zazhogino deposit); e – hydrological natural monument “Tsaritsyn Spring” with participants of a geological excursion, July 1, 2021

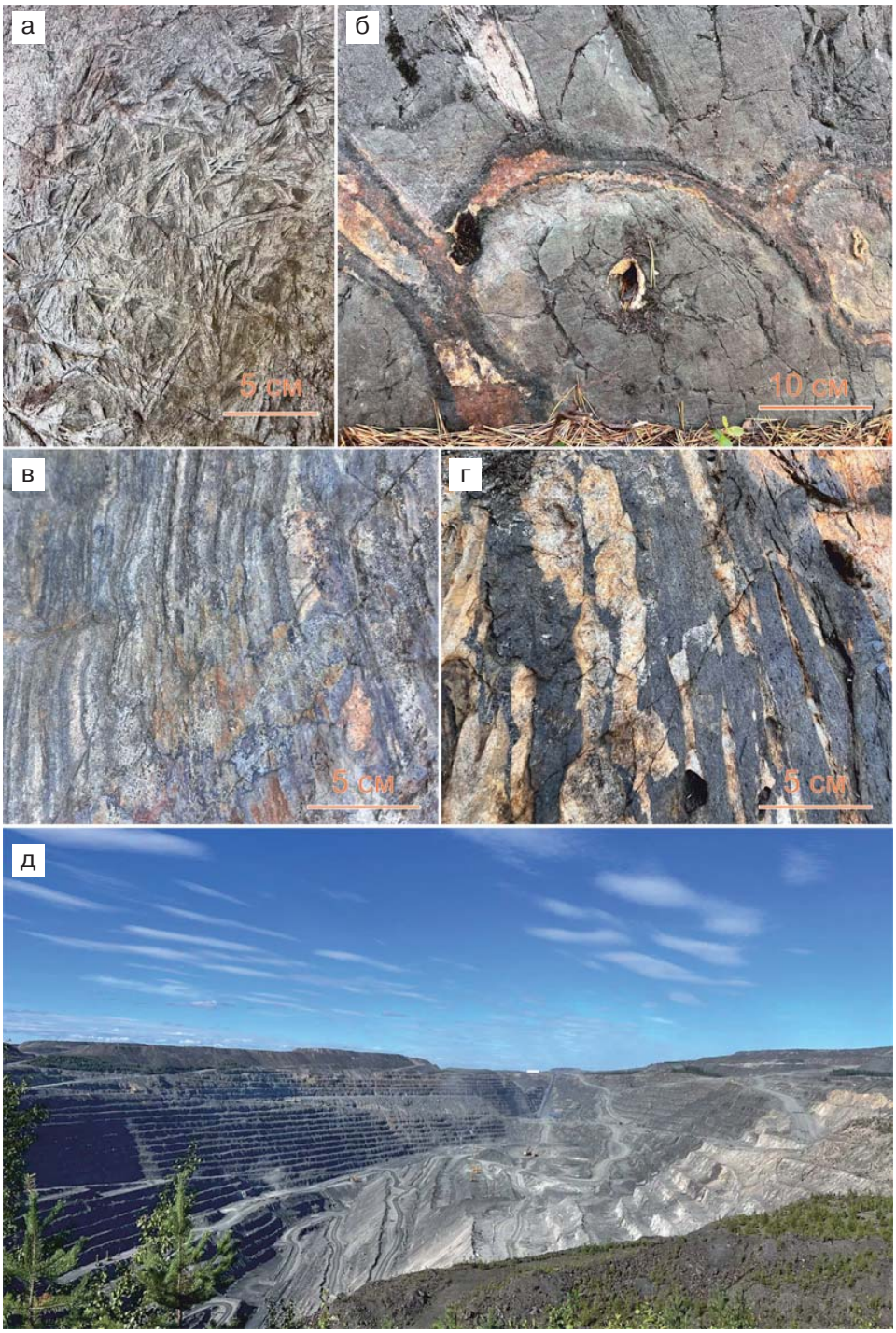


Рис. 6. Пример объектов геологического наследия Северо-Западного кластера. Уникальные петрографические памятники природы неоархейского Костомукшского зеленокаменного пояса (Костомукшский городской округ): а – редкие по сохранности и размерам спинифекс-структуры в неоархейских коматиитовых лавах; б – выходы океанических подушечных лав с хемогенным заполнением межподушечного пространства; в – тонкополосчатые железистые кварциты; г – скопления магнетитовых прослоев в железистых кварцитах; д – вид на главный карьер Костомукшского месторождения железных руд со смотровой площадки комбината «Карельский окатыш» 14.08.2025

Fig. 6. Examples of geological heritage sites of the North-Western cluster. Unique petrographic natural monuments of the Neoarchean Kostomuksha greenstone belt (Kostomuksha Urban Area): a – spinifex textures in Neoarchean komatiitic lavas, remarkable for their preservation and size; б – outcrops of oceanic pillow lavas with chemogenic infill of interpillow spaces; в – finely banded iron formation (iron quartzites); г – accumulations of magnetite interlayers in iron quartzites; д – view of the main open pit of the Kostomuksha iron ore deposit from the observation deck of the Karelsky Okatysh plant, August 14, 2025

Северный кластер (центр – п. Чупа) представляет собой уникальное сочетание минералогических, петрологических и ландшафтных объектов, сконцентрированных в пределах Карельского берега Белого моря (рис. 7). Основу кластера составляет Чупинское пегматитовое поле – классический объект мирового уровня, известный богатейшими проявлениями мусковитовых и керамических пегматитов. Здесь на протяжении более столетия велась добыча слюды-мусковита, полевых шпатов и кварца, а многочисленные карьеры и отвалы сохранились как эталонные объекты горнопромышленного наследия, представляющие интерес для минералогических коллекций и образовательных экскурсий. Интерес к этим природным объектам поддерживается благодаря активной работе выставочного пространства «Слюдариум» в г. Петрозаводске, раскрывающем историю отработки слюды из пегматитов Северной Карелии.

Особую научную ценность кластеру придают архейские эклогиты в районе с. Гридино – уникальные породы глубинного метаморфизма, являющиеся одним из древнейших свидетельств субдукционных процессов на Земле. Минералого-петрографический облик кластера дополняют проявления корунда на Хитострове, а также гранатовые месторождения, сформированные в метаморфических толщах.

Историко-геологические памятники кластера представлены Беломорскими петроглифами (р-н русла р. Выг), одним из крупнейших в Северной Европе скоплением наскальных изображений эпохи неолита, в 2021 году Беломорские петроглифы, наряду с Онежскими, включены в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО.

Завершает картину уникальный прибрежный морской рельеф Белого моря, представляющий собой живописные скопления островов, скал, отмелей и заливов. Эти формы рельефа, сформированные ледниковой экзарацией и последующими тектоническими движениями, не только обладают высокой эстетической ценностью, но и служат естественными архивами палеогеографических обстановок, отражая историю послеледникового поднятия территории.

Таким образом, наличие уникальных минералогических, петрографических, историко-геологических и промышленных памятников природы в сочетании с живописными морскими шхерными ландшафтами делают Северо-Карельский кластер исключительно перспективным для развития научного, образовательного и экологического туризма в удаленных районах республики, однако, в перспективе актуально создание геопарка на базе пегматитовых разработок в Чупе и ландшафтных объектов Беломорского побережья.

Восточно-Карельский кластер (центр г. Пудож) объединяет объекты геологического и историко-культурного наследия, расположенные в восточной части Республики Карелия, на границе с Вологодской обл. (рис. 8). Территория кластера относится к фрагменту древнейшего блока архейской континентальной коры Фенноскандинавского щита, сложенного преимущественно гранитоидами, возраст которых составляет 3,4–2,7 млрд лет. Это один из наиболее древних сегментов Карельского кратона, имеющий ключевое значение для реконструкции процессов ранней коровой дифференциации и стабилизации континентальной литосферы.

Геоморфологический облик кластера определяют прибрежные ландшафты Онежского озера, среди которых особо выделяется Челмужская коса – уникальный памятник природы, представляющий собой ледниковую гряду, потенциально крупный и крайне востребованный природный парк-резерват, о чем свидетельствует ежегодное увеличивающееся количество туристов.

Долина р. Водлы служит естественным архивом палеосейсмической активности территории Карелии, здесь зафиксированы крупные палеосейсмодислокации, свидетельствующие о сильных землетрясениях в послеледниковое время.

Среди историко-культурных памятников природы выделяются петроглифы р-на Бесов Нос – крупнейшее на Онежском озере скопление наскальных изображений, выбитых на гладких, отполированных ледником гранитах и датируемых IV–III тыс. до н. э., включены в список Всемирного наследия ЮНЕСКО (2021).

Палеонтологическая составляющая кластера подкрепляется соседством с уникальным палеоихтиологическим местонахождением «Андомская гора» на границе с Вологодской обл., содержащем богатейший комплекс девонской фауны – один из лучших в России для реконструкции эволюции древнейших позвоночных.

Таким образом, в пределах кластера сочетаются редкие стратиграфические комплексы, разнообразные петрографические и геоморфологические объекты, уникальные палеонтологические памятники, а также живописные прибрежно-озерные ландшафты, – все это придает Восточно-Карельскому кластеру высокую научную и рекреационную значимость, а соседство с национальным парком «Водлозерский» открывает перспективы для развития образовательного и экологического туризма в восточных районах республики.

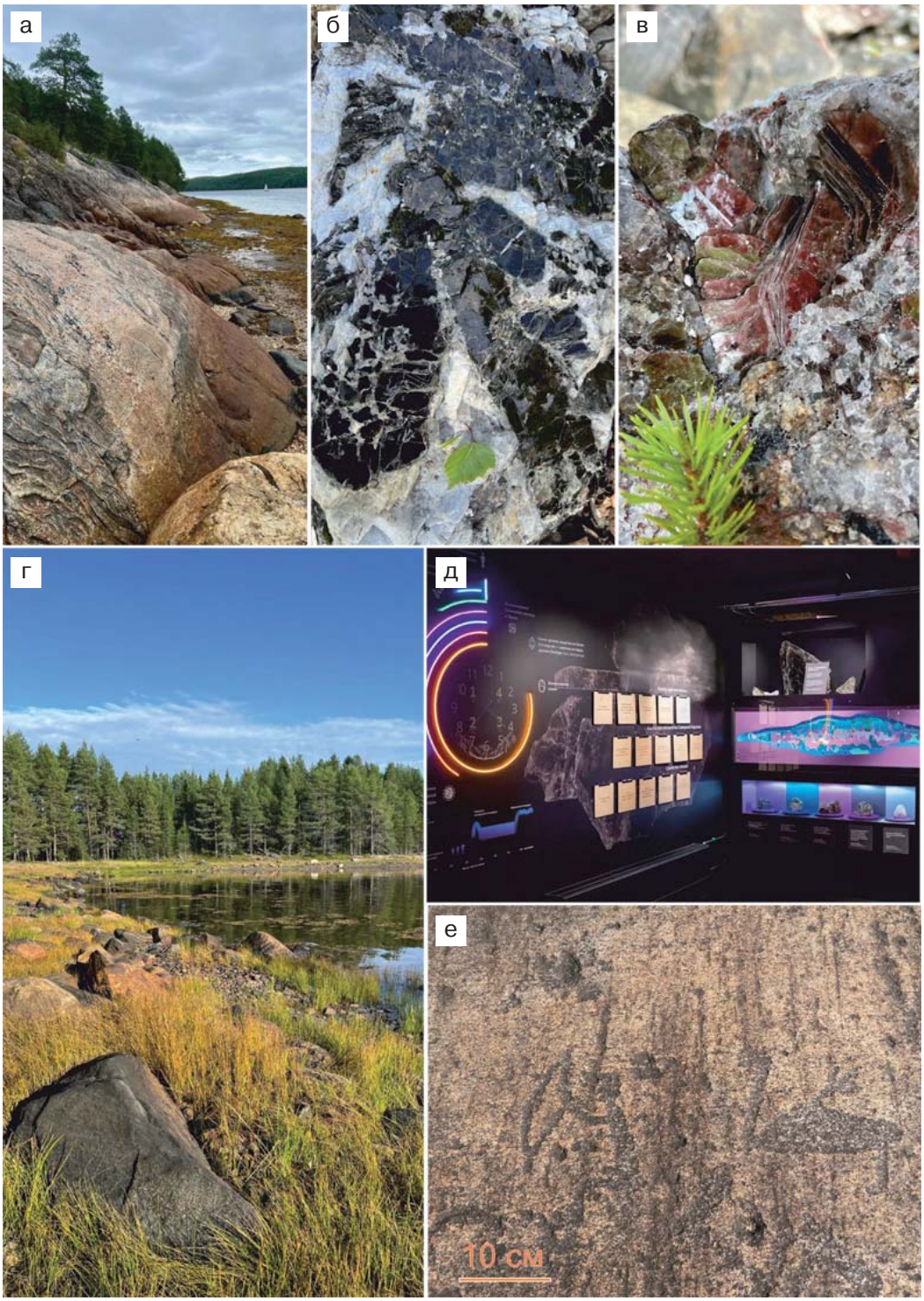


Рис. 7. Пример объектов геологического наследия Северного кластера. а – шхерный ландшафт Чупинской губы Кандалакшского залива Белого моря и выходы пегматитов в береговых обнажениях; б, в – слюдяные пегматиты на исторических ломках Малиновой Варакки (б – крупные кристаллы биотита; в – мусковита); г – прибрежный морской ландшафт р-н д. Нижняя Пулонга; д – музейно-выставочное пространство «Слюдариум» (г. Петрозаводск) и экспозиция, посвященная месторождениям Северо-Карельских слюдяных пегматитов; е – Беломорские петроглифы, р. Выг, р-н Залавруга

Fig. 7. Examples of geological heritage sites of the Northern cluster: a – skerry landscape of Chupa Bay, Kandalaksha Gulf of the White Sea, and pegmatite outcrops in coastal exposures; б, в – mica pegmatites at the historical quarries of Malinovaya Varakka (б – large biotite crystals; c – muscovite crystals); г – coastal marine landscape near the village of Nizhnyaya Pulonga; д – museum and exhibition space “Sljudarium” (Petrozavodsk) and the exhibition dedicated to the deposits of North Karelian mica pegmatites; e – White Sea petroglyphs, the Vyg River, Zalavruga area

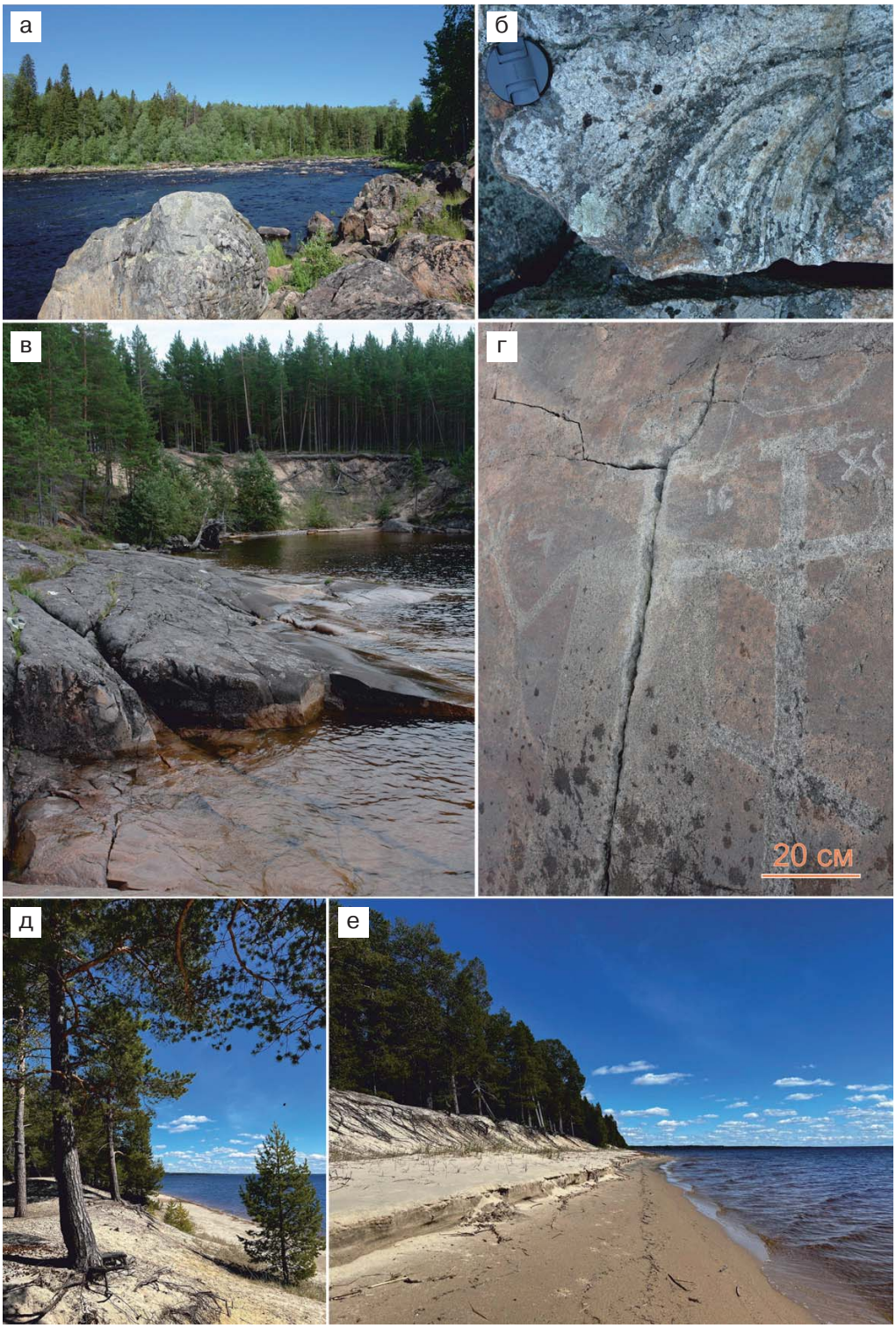


Рис. 8. Пример объектов геологического наследия Восточного кластера: а – живописные перекаты и пороги р. Водлы с выходами архейских гранитоидов и гнейсо-гранитов; б – архейские гнейсы Водлозерского блока (время образования ~ 3,2 млрд лет); в – береговой рельеф Онежского озера в р-не мыса Бесов Нос; г – группа петроглифов «Бес»; д, е – четвертичные песчаные отложения Челмужской косы – уникального природного и геологического памятника Медвежьегорского р-на Карелии

Fig. 8. Examples of geological heritage sites of the Eastern cluster: a – picturesque riffles and rapids of the Vodla River with outcrops of Archean granitoids and gneiss-granites; б – Archean gneisses of the Vodlozero Block (age of formation ~3.2 Ga); в – coastal topography of Lake Onega in the area of Cape Besov Nos; г – the “Demon” group of petroglyphs; д, е – Quaternary sandy deposits of the Chelmuzy Spit – a unique natural and geological monument of the Medvezhyegorsky District of Karelia



Рис. 9. Пример дизайн-решений перспективных геопарков Карелии (сгенерированных ИИ – модель Gemini 3) на основе геологических описаний территории: а – пространство выставочного центра горного парка «Астроблема Янисъярви» (Западный кластер); б – оформления подземного музейного пространства геопарка «Углерод», п. Толвуя (Заонежский кластер); в – экспозиция геопарка «Древние вулканы Карелии» (Петрозаводский кластер); г – пешеходные тропы и информационные стенды геопарка «Челмужская коса» (Восточный кластер); д – визит-информационный центр геопарка «Каменный бор» (Петрозаводский кластер), е – пешеходные маршруты в геопарке «Каменный бор» (Петрозаводский кластер)

Fig. 9. Examples of design solutions for prospective geoparks of Karelia (generated by AI – Gemini 3 model), based on geological descriptions of the territory: a – exhibition center space of the "Janisyarvi Astrobleme Mountain Park" (Western cluster); б – design of the underground museum space of the "Carbon Geopark", Tolvuya settlement (Zaonega cluster); в – exhibition of the "Ancient Volcanoes of Karelia" Geopark (Petrozavodsk cluster); г – pedestrian trails and information boards of the "Chelmuzy Spit" Geopark (Eastern cluster); д – visitor information center of the "Kamenny Bor" Geopark (Petrozavodsk cluster); e – pedestrian trail in the "Kamenny Bor" Geopark (Petrozavodsk cluster)

Резюмируя, следует подчеркнуть, что среди перспективных территорий для создания геопарков в Карелии, которые не будут конкурировать с Горным парком «Рускеала», а органично дополнят его, формируя единую сеть геотуристических объектов в республике, могут быть выделены следующие успешно реализуемые в настоящее время геопарки – «Палеовулкан Гирвас», «Белая гора» (Центральный кластер), «Вулкан Варио» (Петрозаводский кластер). В категории ожидающих инвестора объектов, сочетающих высокую научную значимость, аттрактивность и уже существующий туристский интерес – «Астроблема Янисъярви», «Уксинская озовая гряда» (Юго-Западный кластер), «Древние вулканы Карелии», «Каменный бор» (г. Петрозаводск), «Геопарк Шокша» (Петрозаводский кластер). Перспективными точками роста также могут выступать экспозиционные пространства горнодобывающего комплекса «Калиеволампи» (Центральный кластер), «Карельский окатыш» – геопарк «Карельская железная руда» (г. Костомукша), геопарки: «Чупинский минеральный рай», «Беломорская Ривьера» (Северный кластер) и «Челмужская коса» (Восточный кластер).

Уникальное природное наполнение данных территорий может стать основой для разработки с помощью искусственного интеллекта (модель Gemini 3) визуальных вариантов дизайн-решений экспозиционных пространств, внутренней инфраструктуры предлагаемых геопарков и их отдельных элементов (рис. 9). Такой подход позволит не только оценить эстетическую и функциональную гармонию планируемых объектов с природным ландшафтом, но и заблаговременно прогнозировать их рекреационную емкость.

Разработанные визуальные концепции, интегрирующие природные формы с современными архитектурными решениями, могут стать ключевыми точками притяжения будущих туристических потоков в Карелии, формируя новый узнаваемый облик северного геотуризма и создавая дополнительные стимулы для развития малых территорий и приграничных районов республики.

Формирование разветвленной сети геопарков на основе выделенных локаций позволит максимально диверсифицировать туристское предложение Карелии, сгладить сезонные колебания посещаемости, уменьшить антропогенную нагрузку на неподготовленные объекты и создать мультипликативный эффект для малого и среднего предпринимательства в удаленных районах. Использование геологического наследия как природного ресурса превращает его из объекта охраны в активный драйвер регионального развития, обеспечивая занятость местного населения, привлечение инвестиций и укрепление имиджа Республики Карелия как центра геотуризма международного уровня, что полностью соответствует целям устойчивого развития территории и ее долгосрочного экономического роста, а также усиливает геополитическое значение приграничных территорий.

Обсуждение

Геонаследие как новый тип природного ресурса. Анализ богатейшего разнообразия объектов геологического наследия Республики Карелия позволяет рассматривать данный тип объекта в качестве нового вида природного ресурса, обладающего высоким научным, рекреационным и экономическим потенциалом. Прямое сопоставление традиционных полезных ископаемых и объектов геонаследия делает возможным обосновать экономические перспективы последнего как нового «инновационного продукта».

Какими особенностями обладает геонаследие, выступающее в роли нового типа природного ресурса? В отличие от традиционного полезного ископаемого, где его экономическая ценность реализуется через физическое изъятие вещества, геологическое наследие генерирует доход через его сохранение. Чем лучше сохранен объект, тем выше его туристическая привлекательность – и тем дольше он приносит доход. Это полная инверсия логики сырьевой экономики.

Геонаследие не истощается при рачительном использовании. Напротив, научные исследования объекта, каждая экскурсионная программа, каждый информационный щит, каждый научно-популярный фильм увеличивают запас и объем знания, делая объект более понятным и привлекательным для следующего посетителя. Таким образом воспроизводится не природный ресурс, а смысл, который порода, минерал, ландшафт несут в себе.

При соблюдении нормативов рекреационной нагрузки (и обустройстве необходимой инфраструктуры – маршрутов, троп, настилов, информационных площадок и т. д.) объект может работать десятилетиями без деградации. Более того, появление новых научных исследований, публикаций и медийного внимания только повышает его рыночную стоимость как туристического бренда.

Сравнение традиционных полезных ископаемых с геологическим наследием как новым типом природного ресурса

Comparison of conventional mineral resources with geological heritage as a new type of natural resource

Критерий сравнения Comparison criterion	Традиционные полезные ископаемые Traditional mineral resources	Геологическое наследие как новый вид природного ресурса Geological heritage as a new type of natural resource
Определение Definition	Природные минеральные образования, которые могут быть эффективно извлечены для использования в промышленности (руды, горючие ископаемые, каменные строительные материалы) Natural mineral formations that can be effectively extracted for industrial use (ores, fossil fuels, stone construction materials)	Совокупность уникальных геологических объектов (обнажений, форм рельефа, разрезов), имеющих выдающуюся научную, культурную, эстетическую или образовательную ценность A collection of unique geological features (outcrops, landforms, geological sections) having outstanding scientific, cultural, aesthetic, or educational value
Примеры Examples	Месторождения железных и цветных руд, алмазов, золота, строительного камня Deposits of iron and non-ferrous ores, diamonds, gold, and building stone	Геологические парки, стратотипические разрезы, уникальные формы рельефа (каньоны, пещеры), местонахождения окаменелостей, минералогические музеи Geological parks, stratotype sections, unique landforms (canyons, caves), fossil sites, mineralogical museums
Основная ценность Primary value	Материально-сырьевая ценность как основа для промышленного производства и энергетики Value as a source of raw materials for industrial production and energy generation	Нематериальная (информационная) ценность заключается в научной информации об истории Земли, климате, эволюции жизни, а также в эстетической и рекреационной привлекательности The intangible (informational) value lies in scientific information regarding the Earth's history, climate, and the evolution of life, as well as in aesthetic and recreational appeal
Способ использования Use	Промышленная добыча (извлечение) сопровождается выемкой породы, дроблением, обогащением. Процесс, как правило, приводит к необратимому изменению ландшафта и уничтожению геологического объекта, и антропогенному загрязнению территории Industrial extraction involves rock excavation, crushing, and beneficiation. As a rule, the process results in irreversible landscape alteration, the geological feature destruction, and man-induced contamination of the area	Неиндустриальное использование (сохранение и предоставление доступа). Используется в сфере геотуризма, образования (полевые практики), научных исследований и рекреации Non-industrial use (preservation and access). It is used in the fields of geotourism, education (fieldwork), research, and recreation
Возобновляемость ресурса Renewability of the resource	Невозобновляемый ресурс, запасы конечны и расходуются в процессе добычи A non-renewable resource; reserves are finite and depleted during extraction	Потенциально возобновляемый (при рациональном использовании). Ресурс не «расходуется» при посещении или изучении. При правильном управлении и охране может приносить пользу неограниченное время Potentially renewable (under condition of rational use). The resource is not "consumed" when visited or studied. With proper management and protection, it can provide benefits indefinitely
Сохранность объекта Preservation	Не требует сохранения в естественном виде. Цель – максимально полное извлечение. Объект добычи перестает существовать как геологическое тело Preservation in its natural state is not required. The goal is maximum extraction. The object of extraction ceases to exist as a geological body	Нуждающимся в государственной охране (*in situ*) или в критическом случае (*ex situ*) For those requiring state protection (in situ) or in critical cases (*ex situ*)
Основные виды использования Main uses	Горнодобывающая промышленность, металлургия, энергетика, строительство Mining industry, metallurgy, energy sector, construction	Геотуризм, музейное дело, наука (геология, палеонтология и др.), образование, сфера рекреации и услуг Geotourism, museum studies, science (geology, paleontology, etc.), education, recreation and services

Окончание табл.
Table (continued)

Критерий сравнения Comparison criterion	Традиционные полезные ископаемые Traditional mineral resources	Геологическое наследие как новый вид природного ресурса Geological heritage as a new type of natural resource
Экономическая модель	Основана на добыче и продаже сырья как товара. Прибыль напрямую зависит от объема добычи и мировых цен на сырье	Основана на предоставлении услуг и впечатлений (экскурсий, туров, образовательных программ). Прибыль зависит от туристического потока и развития инфраструктуры объекта
Economic model	It is based on the extraction and sale of raw materials as commodities. Profit depends directly on extraction volumes and global commodity prices	It is based on providing services and experience (excursions, tours, educational programs). Profit depends on tourist traffic and the development of the site's infrastructure
Потенциальные конфликты	Добыча полезных ископаемых может привести к уничтожению объектов геологического наследия, местонахождений или уникальных обнажений	Сохранение и охрана геологического наследия могут ограничивать или запрещать горнодобывающую деятельность на объекте
Potential conflicts	Mineral extraction can lead to the destruction of geological heritage sites, fossil localities, or unique outcrops	The preservation and protection of geological heritage may restrict or prohibit mining activities at the site

Экономический доход от традиционной добычи полезных ископаемых в большем объеме концентрируется в добывающих компаниях и федеральном бюджете, оставляя местному сообществу экологические издержки. Напротив, доход от геотуризма распределяется в локальном малом бизнесе – туристических компаниях, местах размещения и питания, транспортных компаниях, сувенирных мастерских, но и научных и образовательных организациях. Именно этот эффект делает геологическое наследие важным инструментом развития удаленных территорий, малых городов и сельских поселений.

Конкурентная составляющая геонаследия зависит в первую очередь от результатов научных исследований. Так, объект, чья геологическая природа изучена давно, не подвергалась современному изучению, теряет интерес потенциальных посетителей. Объект, который продолжает изучаться, на котором проводятся наблюдения, мониторинг, с появлением новых знаний – датировок, новых моделей образования, новых интерпретаций, формирует повод для возвращения. Это превращает научные исследования из затратной статьи в инструмент удержания клиентской лояльности.

И, наконец, важнейшее свойство природного геонаследия – имиджевая капитализация. Регион, осознавший и позиционирующий себя как территория богатой геологической истории (отражающей эволюцию планеты, иллюстрирующей миллиарды лет ее развития), науки, просвещения, познавательного активного туризма получает безграничный брендовый ресурс. Например, бренд «Карелия – край древних вулканов и ледников» работает в настоящее время более привлекательно, чем «Карелия – край лесов и озер», заранее выделяя регион среди конкурентов на туристическом рынке Северо-Запада.

Таким образом, геологическое природное наследие – это значимый экономический актив, который обладает следующими ключевыми свойствами, выгодно отличающими его от традиционных природных минерально-сырьевых ресурсов: неистощимостью, воспроизводимостью и высоким локальным экономическим мультипликаторным эффектом. Если традиционное полезное ископаемое – это запас, который уменьшается по мере извлечения, то природное геологическое наследие – это поток услуг, интенсивность которых зависит не от объема недр, а от качества управления научным знанием и информацией. В перспективе данный ресурс становится дороже по мере его использования, что аномально для сырьевой экономики.

Опыт Горного парка «Рускеала» как успешная модель использования горно-индустриального наследия. В Республике Карелия существует пример успешной трансформации объекта геологического и горнопромышленного наследия в многофункциональный туристско-рекреационный центр. Горный парк «Рускеала» расположен в Сортавальском р-не Республики Карелия, на месте месторождения мрамора, в настоящее время выработанного объемными карьерами и штольнями. Разработки мраморов на месторождении активно велись с XVIII по XIX век, блоки мрамора использовались при строительстве Санкт-Петербурга, в частности, Исаакиевского, Казанского соборов, Мраморного и Зимнего дворцов. К концу XX века

разработка месторождения была прекращена, карьеры оказались заброшены и заполнены грунтовыми водами, образовав живописные мраморные каньоны с изумрудными озерами. В 1990-х гг. И. В. Борисовым было разработано научное обоснование рекреационного потенциала объекта [Mining road…, 2014], а в 1998 году Рускеала была внесена в список культурно-исторического наследия России как памятник горного дела. Сочетание научно-исследовательского подхода с предпринимательской инициативой А. Б. Артемьева, привлекшего необходимое финансирование, привело к открытию парка в 2005 году. За два десятилетия функционирования парк прошел путь от заброшенного карьера до одной из главных достопримечательностей Карелии. Были восстановлены исторические шахты, открыты подземные экскурсионные маршруты, обустроены видовые площадки и туристические тропы, запущен ретропоезд из г. Сортавалы. Подземный маршрут, оборудованный в 2017 году, по своим эстетическим и познавательным характеристикам признан одним из лучших в Европе. Ежегодная посещаемость парка превышает 500 тыс. человек [по данным портала http://rk.karelia.ru]. Горный парк служит не только туристическим объектом, но и научной площадкой для геологических, гидрогеохимических и экологических исследований. Бизнес-кейс «Рускеалы» демонстрирует, что объекты геологического и индустриального наследия, утратившие сырьевую ценность, могут обретать новую экономическую значимость в сфере геотуризма, образования и рекреации. В таких динамично развивающихся условиях Республика Карелия, обладающая уникальными природными объектами и рядом территорий, позиционируемых как будущие геологические парки, может стать лидером в России по темпам развития геологического природного туризма в случае постоянной поддержки правительства и бизнеса.

В работе по вовлечению объектов геологического наследия в инфраструктуру туризма и региональную экономику есть несколько ключевых моментов, которые должны планомерно реализовываться:

Инвентаризация объектов геонаследия. Прежде чем объект станет туристическим, он должен быть признан «геологическим наследием» на научном уровне. Для этого требуется полевое описание объекта, его стратиграфическая и петрографическая характеристика, определение научной значимости (уникальности, репрезентативности, сохранности), присвоение статуса в рамках регионального кадастра геологических памятников (например, регионального или мирового значения), подготовка публикаций в специализированных изданиях и каталогах (по аналогии с базами данных международного проекта «ProGEO»).

Оценка туристического потенциала объектов геонаследия. Для вовлечения геообъектов в рекреационное использование необходимо выполнить своеобразную трансформацию их научной ценности в область туристической привлекательности – за счет эстетики, уникальности, значимости объектов и сопутствующего научно-просветительского контента.

Определение возможного юридического статуса объектов геонаследия. Для объектов геонаследия целесообразно выбрать режим использования и охраны, для предотвращения физической деградации, что подразумевает определение охранных зон и объема допустимых антропогенных нагрузок. Особо ценным геообъектам может присваиваться статус особо охраняемой природной территории (ООПТ) регионального значения, с разработкой паспорта объекта. При этом следует понимать, что чем выше охранный статус, тем сложнее коммерческое использование объектов геонаследия. Оптимальный баланс – это статус регионального геологического памятника с разрешенным экскурсионным посещением.

Классификация объектов геонаследия по их привлекательности. В настоящее время классификация объектов геологического наследия по их привлекательности не применяется в геотуризме. Для систематики объектов можно предложить использование единой иерархии геонаследия, включающей, например, шесть уровней, дифференцированных как по эстетическому эффекту, так и по времени, необходимому для знакомства с объектом: «ГеоТочка» – красивый природный ландшафт, вид, небольшой объект, требующий короткого посещения (до 5 мин.), имеющий информационный щит и парковку; «ГеоПункт» – эффектный объект или серия объектов, требующих большее время для осмотра (до 20 мин.) и имеющих минимальное информационное обустройство; «ГеоМаршрут» – серия природных объектов, объединенных обустроенным маршрутом, с информационным сопровождением, протяженностью до 2 км, требующим время осмотра до двух часов, имеющим расширенное обустройство, но без стационарной инфраструктуры; «ГеоПарк» – уникальный по познавательным свойствам и привлекательности крупный природный объект, предусматривающий длительное посещение (возможно, даже многодневное). Такие объекты должны иметь полноценные стационарные комплексы с кассами, кафе, местами

размещения, сетью маршрутов и обслуживаться гидами; «ГеоЦентры» – якорные природные визит-информационные центры (расположенные в крупных близлежащих поселениях) с информацией и объектами *ex situ*, необходимые для координирования потока туристов; «ГеоКластеры» – региональные сети из 5–15 объектов разного масштаба, объединенные общей тематикой и брендом, что позволяет формировать комплексные туристские продукты и повышать узнаваемость территорий. Предложенная градация создает четкий алгоритм для планирования геотуристической деятельности, позволяет экспрессно оценить рекреационную емкость объектов природного наследия и выйти на диверсификацию туристических потоков.

Инженерная и инфраструктурная подготовка объектов. Подразумевает превращение голой скалы в объект, доступный для массового посещения, что может включать: расчистку подъездной дороги, обустройство парковки, маркировку объектов, размещение навигационных указателей, информационных щитов, создание смотровых площадок и т. д., при соблюдении мер безопасности для посетителей.

Создание научно-популярного контента для объектов наследия. Это самый важный этап для превращения геологического объекта в рекреационный. Турист чаще всего приезжает не за голой информацией («это гранит возрастом 2,85 млрд лет»), а за историей, которую этот «камень» может рассказать. В этой связи необходима разработка: экскурсионного (научно выверенного, но более популярного) текстового контента, инфографики, аудиосопровождения и тематического сторителлинга (не просто древний вулкан, а история о древних вулканах и их связи с развитием планеты, катастрофическими явлениями, формированием полезных минеральных ресурсов и, конечно, жизни на планете, и в итоге, человеческого общества).

Геологические объекты выступают в роли естественной летописи Земли, наглядно раскрывают взаимосвязь глобальных и региональных событий в ее истории. Они позволяют проследить логику планетарной эволюции – от формирования древнейшей коры до современных ландшафтов, – и тем самым осознать как временную глубину, так и уязвимость природных систем. Такое понимание формирует не только научную картину мира, но и экологическое мировоззрение, в котором сохранение геологического наследия и природой среды становится залогом ответственного отношения к будущему планеты.

Подготовка кадров. Важнейшим условием устойчивого развития геотуризма является профессиональная подготовка гидов, которые должны владеть не только методикой геологического показа, но и принципами этического взаимодействия с объектами геонаследия. В зависимости от научной и охранной ценности памятников природы могут вводиться различные ограничения: от запрета на отбор проб и коллекционирование до полного исключения физического контакта. Решение этой задачи на уровне геопарков требует формирования системы аккредитации гидов с дифференцированным доступом к объектам разных категорий.

Создание туристических кластеров. Отдельные объекты уровня «ГеоТочка» – «ГеоПункт» редко работают «звездой-одиночкой». Широкое разнообразие природных объектов в Республике Карелия в перспективе позволяет объединять объекты в тематические маршруты, создавать крупные природные «ГеоПарки», а уже на их основе «ГеоКластеры».

Продвижение и маркетинг. Для максимального вовлечения в рекреацию объектов геонаследия потребуется сделать так, чтобы потенциальный турист узнал об объекте и захотел его посетить. В этом существенную помощь могут оказать агрегаторы достопримечательностей (Яндекс.Карты, 2ГИС и др.), партнерство с региональными туроператорами, публикации в научно-популярных изданиях, интернет-сообществах.

Мониторинг и адаптивное управление. Туристическая нагрузка при бесконтрольной активности потенциально приведет к быстрой деградации объекта. Для предотвращения любых негативных факторов необходимо осуществлять мониторинг состояния геообъектов, окружающего ландшафта, износа инфраструктуры, удовлетворенности туристов и экономических показателей. Существует ряд объектов геонаследия, принципиально не пригодных для массового туризма по следующим причинам: научная уникальность требует полной консервации, техногенная опасность (пример – неустойчивые борта карьеров, затопленные штольни), удаленность (затраты на обустройство инфраструктуры потенциально не окупятся). Для подобных объектов оптимальная форма их показа – ограниченный доступ для научных групп и расширенный показ в виде виртуального тура, включающего 3D-модель объекта.

Таким образом, можно кратко сформулировать путь продвижения геологического объекта для включения его в инфраструктуру туризма. Начиная с научного изучения объекта (этап 1), оценки его туристического

потенциала (этап 2), определения юридического статуса (этап 3), инфраструктурного обустройства (этап 4). Ключевым моментом станет создание научно-популярного сопроводительного контента (этап 5) и подготовка квалифицированных гидов (этап 6), без которых даже эффектный объект останется немым. После включения в план региональных маршрутов (этап 7) и запуска продвижения (этап 8) потребуется постоянный мониторинг объекта (этап 9), чтобы турпоток не уничтожил то, ради чего туристы приезжают на объект.

Заключение

В последние годы природно-ориентированный туризм в России демонстрирует устойчивый рост, особенно в сегменте путешествий в северные и арктические регионы. Карелия выступает одним из главных бенефициаров этого тренда: спрос на поездки в Сортавалу (Горный парк «Рускеала») увеличился на 80 %, в Петрозаводск – на 30 %. По итогам 2025 года Сортавальский р-н принял более 2 млн туристов, а их расходы превысили 5 млрд рублей. При населении района около 24 тыс. человек только в июле 2025 года округ посетили 400 тыс. гостей, что демонстрирует колоссальную нагрузку на инфраструктуру и беспрецедентные экономические возможности [Тишкина, 2026].

Геологическое наследие Карелии представляет собой значительный, но до сих пор недостаточно используемый ресурс устойчивого развития. Успешный опыт Горного парка «Рускеала» наглядно иллюстрирует возможность эффективной коммерциализации геологических объектов при условии интеграции научного, предпринимательского и общественного потенциалов. Для перехода от точечных проектов к системной модели необходима сеть природно-рекреационных объектов различного ранга – от локальных геоточек до крупных геопарков и визит-информационных центров как в г. Петрозаводске, так и в районах республики. Критически важным представляется трансформация геологического наследия в элемент территориального брендинга, что сформирует новый имидж Карелии не как сырьевого региона или места дикого отдыха, а как территории знаний, открытий и просвещения – музея ранней Земли под открытым небом, где геология становится языком региональной идентичности и основой опережающего развития.

Перспективы развития геотуризма неразрывно связаны с внедрением цифровых технологий. Высокоточное 3D-сканирование, создание цифровых двойников, а также использование виртуальной и дополненной реальности открывают возможности для иммерсивных образовательных продуктов, доступных глобальной аудитории. Геопарки могут служить платформами для междисциплинарных кампусов, объединяющих геологию, палеонтологию, географию, экологию, биологию, климатологию, информационные технологии и промышленный дизайн, а также для развития фестивальной экономики и оздоровительных программ на основе уникальных природных минеральных ресурсов республики. Геологическое наследие региона может стать естественной основой для локальных креативных индустрий.

Высказанные идеи согласуются со «Стратегией социально-экономического развития Республики Карелия до 2030 года» и направлены на вовлечение индустриального и природного наследия в хозяйственный оборот, стимулирование самореализации местного населения, укрепление региональной идентичности, повышение качества жизни в отдаленных и приграничных районах, а также снижение сезонности туризма. В более широком контексте развитие геотуризма выступает инструментом геополитической устойчивости и «мягкого присутствия» России в северо-западном приграничье, а регион, первым реализующий комплексную модель управления геологическим наследием как экономическим активом воспроизводимого типа, приобретает не отдельные центры рекреационного притяжения, а системную основу для долгосрочного устойчивого развития, основанную на непрерывном воспроизводстве научного, образовательного и культурного потенциала территории.

При подготовке материала учитывался многолетний опыт проведения международных и всероссийских геологических экскурсий, мероприятий по популяризации геологических знаний в Республике Карелия, позволяющих оценить интерес жителей республики к различным объектам геологического наследия. В частности, выставок «Семь камней Карелии, которые должен знать каждый» (https://library.karelia.ru/media/sem_kamnei/index.html), «Карелия – история в камне» (https://library.karelia.ru/news/Geologicheskoe_nasledie_Karelii__V_Nacional_noj_biblioteke_otkrylas__vystavka__Karelija__Istorija_v_kamne_/), проводимых в 2022–2026 гг. Институтом геологии КарНЦ РАН при активном участии представителей Национальной библиотеки РК – К. А. Михайловой, директора библиотеки М. В. Никишиной, а также руководителя музея Геологии

докембрия О. Б. Лаврова, к. г.-м. н. П. В. Медведева, к. г.-м. н. Н. С. Нестеровой, к. г.-м. н. О. А. Максимова, к. г.-м. н. С. В. Егоровой. Всем вовлеченным в данную работу коллегам автор выражает глубокую признательность.

Особую благодарность автор выражает д. г.-м. н. А. И. Слабунову (ФИЦ КарНЦ РАН) за многогранное обсуждение идей концепции и ценные советы, Д. Котову (директору проектной группы «Территория Север») за обсуждение трендов геотуризма, потенциальных перспективных объектов геологического интереса, высказанные предложения по визуальному языку планируемых геопарков, инфраструктурных и экспозиционных решений, а также П. Ю. Плечову (директору Минералогического музея им. А. Е. Ферсмана, г. Москва) за многолетнюю поддержку авторских инициатив и консультации.

Бесценный практический опыт при реализации идеи по созданию геопарков был получен в ходе работы с бизнес-партнерами, а именно, О. А. Головко (Горный парк «Палеовулкан Гирвас»), Д. А. Вайтусом («Всесезонный центр активного отдыха Ялгора»), энтузиазм которых содействует активному вовлечению объектов геонаследия в рекреацию и спортивный туризм.

Литература

Атлас Республики Карелия / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук», Институт водных проблем Севера, Всероссийская общественная организация «Русское географическое общество»; ред. колл.: Н. Н. Филатов (председатель) и [др.]. Петрозаводск: Версо, 2021. 48 с.

Балтыбаев Ш. К. Свекофеннский ороген Фенноскандинавского щита: вещественно-изотопная зональность и ее тектоническая интерпретация // Геотектоника. 2013. № 6. С. 44–59. doi: 10.7868/S0016853X13060027

Геологическое наследие Карелии. Путеводитель историко-геологических экскурсий по городу Петрозаводску и Центральной Карелии / Под ред. Л. В. Кулешевич, С. А. Светова. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2021. 207 с. doi: 10.17076/geoguide2021

Геологическое наследие Республики Коми (Россия) / Сост. П. П. Юхтанов. Сыктывкар: ИГ КомиНЦ Уро РАН, 2008. 350 с.

Кожевников В. Н. Архейские зеленокаменные пояса Карельского кратона как аккреционные орогены. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 223 с.

Куликов В. С., Светов С. А., Слабунов А. И., Куликова В. В., Полин А. К., Голубев А. И., Горьковец В. Я., Иващенко В. И., Гоголев М. А. Геологическая карта юго-восточной Фенноскандии М-ба 1:750 000: новые подходы к составлению // Труды Карельского научного центра РАН. 2017. № 2. С. 3–41. doi: 10.17076/geo444

Ладожская протерозойская структура (геология, глубинное строение и минерагения) / Отв. ред. Н. В. Шаров. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2020. 435 с.

Лапо А. В., Давыдов И. В., Пашкевич Н. Г. Методические основы изучения геологических памятников природы России // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1993. Т. 1, № 5. С. 75–83.

Лапо А. В., Давыдов В. И., Пашкевич Н. Г., Петров В. В., Вдовец М. С. Геологические объекты всемирного значения европейской части России // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1997. Т. 5, № 3. С. 92–101.

Ларин А. М. Граниты рапакиви и ассоциирующие породы. СПб.: Наука, 2011. 402 с.

Лобач-Жученко С. Б., Чекулаев В. П., Арестова Н. А., Левский Л. К., Коваленко А. В. Архейские террейны Карелии; их геологическое и изотопно-геохимическое обоснование // Геотектоника. 2000. № 6. С. 26–42.

Макарихин В. В., Медведев П. В., Рычанчик Д. В. Геологические памятники Карелии. Петрозаводск: Карелия, 2007. 192 с.

Онежская палеопротерозойская структура (геология, тектоника, глубинное строение и минерагения) / Ред. Л. В. Глушанин, Н. В. Шаров, В. В. Щипцов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. 431 с.

Светов С. А. Магматические системы зоны перехода океан-континент в архее восточной части Фенноскандинавского щита. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. 230 с.

Слабунов А. И., Лобач-Жученко С. Б., Бибикова Е. В., Балаганский В. В., Сорьонен-Вард П., Володичев О. И., Щипанский А. А., Светов С. А., Чекулаев В. П., Арестова Н. А., Степанов В. С. Архей Балтийского щита: геология, геохронология, геодинамические обстановки // Геотектоника. 2006. № 6. С. 3–32.

Слабунов А. И. Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 296 с.

Тишкина А. Туристы за год потратили более 5 млрд руб. в Сортавальском округе Карелии // РБК Карелия. 2026. 24 марта. URL: https://karelia.rbc.ru/karelia/24/03/2026/69c242f59a79474a5501e2ac (дата обращения: 30.09.2026).

Центральная Карелия. Т. 3. Планета Земля глазами геолога. Геологический путеводитель / Ред. В. В. Ериклинцев. М.: Фонд просветительской деятельности «Геологический путеводитель», 2025. 296 с.

Щипанский А. А. Субдукционные и мантийно-плюмовые процессы в геодинамике формирования архейских зеленокаменных поясов. М.: ООО ЛКИ, 2008. 560 с.

Южная Карелия Т. 2. Планета Земля глазами геолога. Геологический путеводитель / Ред. В. В. Ериклинцев. М.: Фонд просветительской деятельности «Геологический путеводитель», 2024. 236 с.

Actes du Premier Symposium International sur la Protection du Patrimoine Geologique // Mém. Soc. géol. France. N.S. 1994. no. 165. 274 p.

Brilha J. Geoheritage and geoparks / Eds. E. Reynard, J. Brilha. Geoheritage. Elsevier. Amsterdam, 2018. P. 323–336.

Chen A., Lu Y., Ng Y.C. The Principles of Geotourism // Springer Berlin Heidelberg. 2015. 264 p. doi: 10.1007/978-3-662-46697-1

Cleal C.J., Thomas B.A., Bevins R.E., Wimbledon W.A. GEOSITES – an international geoconservation initiative // Geology Today. 2001. no. 15(2). P. 64–68. doi: 10.1046/j.1365-2451.1999.1502006.x

Cowie J.W., Wimbledon W.A. The World Heritage List and its relevance to geology / Eds.: D. O'Halloran, C. Green, M. Harley, M. Stanley, J. Knill. Geological and Landscape Conservation. London: Geol. Society, 1994. P. 71–73.

Digne-les-Bains declaration: Declaration of the Rights of the Memory of the Earth. (1991). ProGEO. URL: http://www.progeo.ngo/downloads/digne_declaration.pdf

Ferdowsi S., Németh K. Geoparks Management in Tourism Destinations: Integrating Development and Conservation // Sustainable Development. 2026. 34, no. S 2. P. 1034–1056. doi: 10.1002/sd.70334

Geoheritage: assessment, protection and management / Eds.: E. Reynard, J. Brilha, 2nd edition. Elsevier, 2025. doi: 10.1016/C2023-0-50721-9

Gordon J.E. Geoconservation principles and protected area management // International Journal of Geoheritage and Parks 7. 2019. P. 199–210.

Gray M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature // John Wiley & Sons Ltd. 2004. P. 450.

Henriques M.H., Brilha J. UNESCO Global Geoparks: a strategy towards global understanding and sustainability. 2017. Episodes 40. P. 349–355. doi: 10.18814/epiiugs/2017/v40i4/017036

Jones C. History of geoparks. 2008. Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. 300. P. 273–277. doi: 10.1144/sp300.21

Mining Road. Ed. V. A. Shekov. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2014. 320 p.

Nance R.D. The supercontinent cycle and Earth's long-term climate. Annals of the New York Academy of Sciences, 1515(1). P. 33–49. doi: 10.1111/nyas.14849

Nance R.D., Murphy J.B., Santosh M. The supercontinent cycle: A retrospective essay // Gondwana Research. 2014. Vol. 25, Issue 1, January 2014. P. 4–29. doi: 10.1016/j.gr.2012.12.026

Slabunov A.I., Balagansky V.V., Shchipansky A.A. Mesoarchean to Paleoproterozoic Crustal Evolution of the Belomorian Province, Fennoscandian Shield, and the Tectonic Setting of Eclogites. Russ. Geol. Geophys. 2021. Vol. 62(5). P. 525–546. doi: 10.2113/RGG20204266

Zhao G., Cawood P.A. Wilde S.A., Sun M. Review of global 2.1–1.8 Ga orogens: Implications for a pre-Rodinia supercontinent // Earth-Science Reviews. 2002. Vol. 59, Issues 1–4. November 2002. P. 125–162. doi: 10.1016/S0012-8252(02)00073-9

References

Actes du Premier Symposium International sur la Protection du Patrimoine Geologique. *Mém. Soc. Géol*. France. N.S. 1994. No. 165. 274 p.

Baltybaev Sh. K. Svecofennian orogen of the Fennoscandian Shield: compositional and isotopic zoning and its tectonic interpretation. *Geotektonika = Geotectonics*. 2013;47(6):452–467. doi: 10.1134/S0016852113060021

Brilha J. Geoheritage and geoparks. In: Reynard E., Brilha J. (Eds.), Geoheritage. Amsterdam: Elsevier; 2018. P. 323–336.

Central Karelia. Vol. 3. Planet Earth through the eyes of a geologist. Geological Guidebook. Eriklintsev V.V. (ed.). Moscow: Fund for Educational Activities "Geological Guidebook"; 2025. 296 p. (In Russ.)

Chen A., Lu Y., Ng Y.C. The Principles of geotourism. Springer Berlin Heidelberg, 2015, 264 p. doi: 10.1007/978-3-662-46697-1

Cleal C.J., Thomas B.A., Bevins R.E., Wimbledon W.A. GEOSITES – an international geoconservation initiative. *Geology Today*. 2001;15(2):64–68. doi: 10.1046/j.1365-2451.1999.1502006.x

Cowie J.W., Wimbledon W.A. The World Heritage List and its relevance to geology. O'Halloran D., Green C., Harley M., Stanley M., Knill J. (eds). Geological and Landscape Conservation. London: Geol. Society; 1994. P. 71–73.

Digne-les-Bains declaration: Declaration of the Rights of the Memory of the Earth. (1991). ProGEO. URL: http://www.progeo.ngo/downloads/digne_declaration.pdf

Eriklintsev V.V. (ed.). Southern Karelia. Vol. 2. Planet Earth through the eyes of a geologist. Geological Guidebook. Moscow: Fund for Educational Activities "Geological Guidebook"; 2024. 236 p. (In Russ.)

Ferdowsi S., Németh K. Geoparks management in tourism destinations: integrating development and conservation. *Sustainable Development*. 2026;34(S2): 1034–1056. doi: 10.1002/sd.70334

Filatov N.N. (ed.). Atlas of the Republic of Karelia. Petrozavodsk: Verso; 2021. 48 p. (In Russ.)

Glushanin L.V., Sharov N.V., Shchiptsov V.V. (eds.). The Onega Paleoproterozoic structure (geology, tectonics, deep structure and minerageny). Petrozavodsk: KarRC RAS; 2011. 431 p. (In Russ.)

Gordon J.E. Geoconservation principles and protected area management. *Int. J. Geoheritage Parks*. 2019;7:199–210.

Gray M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. John Wiley & Sons Ltd.; 2004. 450 p.

Henriques M.H., Brilha J. UNESCO Global Geoparks: a strategy towards global understanding and sustainability. 2017. Episodes 40, 349–355. doi: 10.18814/epiiugs/2017/v40i4/017036

Jones C. History of geoparks. *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ*. 2008;300:273–277. doi: 10.1144/sp300.21

Kozhevnikov V.N. Archean greenstone belts of the Karelian Craton as accretionary orogens. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2000. 223 p. (In Russ.)

Kuleshevich L.V., Svetov S.A. (eds.). Geological heritage of Karelia. Guidebook of historical and geological excursions in the city of Petrozavodsk and Central Karelia. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2021. 207 p. (In Russ.). doi: 10.17076/geoguide2021

Kulikov V.S., Svetov S.A., Slabunov A.I., Kulikova V.V., Polin A.K., Golubev A.I., Gorkovets V.Ya., Ivashchenko V.I., Gogolev M.A. Geological map of

southeastern Fennoscandia at a scale of 1:750,000: new approaches to compilation. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2017;2:3–41. (In Russ.). doi: 10.17076/geo444

Lapo A. V., Davydov V. I., Pashkevich N. G. Methodological foundations for the study of geological natural monuments of Russia. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya = Stratigraphy and Geological Correlation*. 1993;1(6):75–83. (In Russ.)

Lapo A. V., Davydov V. I., Pashkevich N. G., Petrov V. V., Vdovets M. S. Geological objects of worldwide significance in the European part of Russia. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya = Stratigraphy and Geological Correlation*. 1997;5(3);92–101. (In Russ.)

Larin A. M. Rapakivi granites and associated rocks. St. Petersburg: Nauka; 2011. 402 p. (In Russ.)

Lobach-Zhuchenko S. B., Chekulaev V. P., Arestova N. A., Levsky L. K., Kovalenko A. V. Archean terranes of Karelia: their geological and isotopic-geochemical substantiation. *Geotectonics*. 2000;34(6):452–466.

Makarikhin V. V., Medvedev P. V., Rychanchik D. V. Geological monuments of Karelia. Petrozavodsk: Karelia; 2007. 192 p. (In Russ.)

Nance R. D. The supercontinent cycle and Earth's long-term climate. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2022;1515(1):33–49. doi: 10.1111/nyas.14849

Nance R. D., Murphy J. B., Santosh M. The supercontinent cycle: a retrospective essay. *Gondwana Research*. 2014;25(1):4–29. doi: 10.1016/j.gr.2012.12.026

Reynard E., Brilha J. (eds.). Geoheritage: assessment, protection and management. 2nd ed. Elsevier; 2025. doi: 10.1016/C2023-0-50721-9

Sharov N. V. (ed.). The Ladoga Proterozoic structure (geology, deep structure and minerageny). Petrozavodsk: KarRC RAS; 2020. 435 p. (In Russ.)

Shchipansky A. A. Subduction and mantle-plume processes in the geodynamics of formation of Archaean Greenstone Belts. Moscow: LKI; 2008. 560 p. (In Russ.)

Shekov V. A. (ed.). Mining road. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2014. 320 p.

Slabunov A. I. Geology and geodynamics of Archaean Mobile Belts (by the example of the Belomorian Province of the Fennoscandian Shield). Petrozavodsk: KarRC RAS; 2008. 296 p. (In Russ.)

Slabunov A. I., Balagansky V. V., Shchipansky A. A. Mesoarchean to Paleoproterozoic crustal evolution of the Belomorian Province, Fennoscandian Shield, and the tectonic setting of eclogites. *Russ. Geol. Geophys*. 2021;62(5):525–546. doi: 10.2113/RGG20204266

Slabunov A. I., Lobach-Zhuchenko S. B., Bibikova E. V., Balagansky V. V., Sorjonen-Ward P., Volodichev O. I., Shchipansky A. A., Svetov S. A., Chekulaev V. P., Arestova N. A., Stepanov V. S. The Archaean of the Baltic Shield: geology, geochronology, and geodynamic settings. *Geotectonics*. 2006;40(6):409–433. doi: 10.1134/S0016852106060016

Svetov S. A. Magmatic systems of the ocean–continent transition zone in the Archaean of the eastern part of the Fennoscandian Shield. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2005. 230 p. (In Russ.)

Tishkina A. Tourists spent more than 5 billion rubles in the Sortavala District of Karelia over the year. RBC Karelia. 2026 Mar 24. URL: https://karelia.rbc.ru/karelia/24/03/2026/69c242f59a79474a5501e2ac (accessed: 30.09.2026). (In Russ.)

Yukhtanov P. P. (comp.). Geological heritage of the Republic of Komi (Russia). Syktyvkar: Institute of Geology, Komi SC UB RAS; 2008. 350 p. (In Russ.)

Zhao G., Cawood P. A., Wilde S. A., Sun M. Review of global 2.1–1.8 Ga orogens: Implications for a pre-Rodinia supercontinent. *Earth-Science Reviews*. 2002;59(1–4):125–162. doi: 10.1016/S0012-8252(02)00073-9

Поступила в редакцию / received: 01.09.2025; принята к публикации / accepted: 01.10.2026.
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declares no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Светов Сергей Анатольевич

д-р геол.-мин. наук, директор,
главный научный сотрудник
лаборатории литологии и геохимии

e-mail: ssvetov@krc.karelia.ru

CONTRIBUTOR:

Svetov, Sergei

Dr. Sci. (Geol.-Miner.), Director, Chief Researcher