

- [46] UNESCO/The International Hydropower Association. GHG Measurement Guidelines for Freshwater Reservoirs / Goldenfum J. A., ed. London, UK, 2010.
- [47] *Varis O., Kumm M., Härkönen S., Huttunen J. T.* Greenhouse Gas Emissions from Reservoirs // C. Tortajada, D. Altinbilek, A. Biswas (eds). Impacts of Large Dams: A Global Assessment. Water Resources Development and Management. Springer, Berlin: Heidelberg, 2012. P. 69—94.
- [48] *Williamson C. E., Saros J. E., Vincent W. F., Smold J. P.* Lakes and reservoirs as sentinels, integrators, and regulators of climate change // *Limnology and Oceanography*. 2009. V. 54, N 6, part 2. P. 2273—2282.

DOI: 10.7868/S0869607118050031

Изв. РГО. 2018. Т. 150, вып. 5

СОЗДАНИЕ ПОДЗЕМНОГО ЭКСКУРСИОННОГО МАРШРУТА В РУСKEАЛЬСКОМ ПРИРОДНОМ ПАРКЕ

© Ю. С. ЛЯХНИЦКИЙ

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт
им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ), Санкт-Петербург
E-mail: Yuri_Lyahnitsky@vsegei.ru

Статья посвящена созданию подземных экскурсионных маршрутов на примере «Горного парка Рускеала» (Республика Карелия). В 2009 г. карельский геолог и краевед И. В. Борисов показал автору «Рускеальский провал», который произвел сильное впечатление и побудил автора к исследованию. В 2011 г. было проведено комплексное обследование Рускеальского горного парка. В работах принимала участие большая группа спелеологов РГО. Полученные материалы были представлены заказчику — компании «Колмас Карелия» в виде подробного отчета. В 2012 г. по договору с «Колмас Карелия» Ю. С. Ляхницким и Ю. П. Коренным был составлен проект обустройства подземного пространства для проведения экскурсий. Проект основывался на результатах обследования и предусматривал оборудование двух штолен и крупного наполовину затопленного зала, выработанных при добыче мрамора, для проведения экскурсий. В дальнейшем сделано несколько необходимых дополнений к проекту, так как при разборе завалов выявились не известные ранее особенности. Кроме того, проводился контроль выполнения работ и осуществлялась методическая помощь при их выполнении. В конце 2016 г. обустройство маршрута было завершено и в 2017 г. он начал действовать. В настоящее время по своим эстетическим, познавательным, историко-культурным особенностям подземный маршрут Рускеальского горного парка является одним из лучших в Европе.

Ключевые слова: музей в природе, Карелия, Рускеала, подземный экскурсионный маршрут, познавательный туризм.

Введение. Рускеальское месторождение мрамора находится в северном Приладожье в Республике Карелия. Это одно из старейших месторождений на территории России. Первыми добывать мрамор там начали еще шведы в XVII в., когда регион входил в состав Швеции. Благодаря стараниям пастора С. Алопеуса в Петербурге обратили внимание на минеральные богатства Карелии. В 1764 г. вышел указ Екатерины II «Об учреждении новой ревизии в Финляндии». В 1766 г. в Рускеале началась опытная добыча блоков мрамора.

Описание участка Рускеальского горного парка. Месторождение приурочено к крупной сжатой изоклиальной складке, сложенной амфиболитами и биотит-амфиболитовыми сланцами с прослоями мраморов сортавальской серии нижнего протерозоя. Мощность продуктивного горизонта достигает 600 м. Мраморы месторождений плотные, кристаллические, скарнированы

ные, с высокой степенью неоднородности. По минеральному составу выделяют четыре разновидности мрамора: кальцитовый, слабо доломитизированный, доломитизированный, сильно доломитизированный. Эти разновидности имеют постепенные переходы между собой. Две последние разновидности отличаются большей степенью скарнированности. Встречаются участки интенсивно скарнированных амфиболизированных пятнистых выделений доломитов. Окраска мрамора меняется от белой до темно-серой и зеленоватой. Широко распространены полосчатые разновидности. В основном добывали светло-серый с редкими зеленоватыми полосами «белогорский» или «салинский» мрамор. Это прекрасный облицовочный камень. Месторождение сыграло заметную роль в строительстве и украшении Петербурга. Мрамор шел на облицовку Мраморного дворца. Александр I в 1817 г. поручил О. Монферрану приступить к проекту Исаакиевского собора. Архитектор приезжал в Рускеалу и выбирал сорта мрамора для стен и полов собора. Наиболее интенсивно мрамор добывался в Рускеале в 1820—1830 гг. С 1769 по 1838 г. было добыто около 200 000 т мрамора. С 1896 г. мрамор добывали не только в карьерах, но и в крупных подземных выработках. Началась добыча мрамора для получения технологической извести путем обжига. В 1930-е гг. Главный карьер представлял собой огромную выработку, глубиной до 50 м и длиной до 400 м.

Добыча мрамора в течение сотен лет привела к созданию крупных подземных камер — залов, штолен, шахтных стволов и других выработок. Прекращение добычи на старинных разработках после Второй мировой войны привело к их затоплению и превращению в подобие живописных озер и «каньонов»; остальная территория месторождения заросла лесом. Глубина Главного карьера составляет 14—50 м, глубина возникшего в карьере водоема 10—25 м. Образовался уникальный природно-техногенный ландшафт, который обезображивали свалки мусора. Для спасения уникального объекта был утвержден памятник горно-индустриального наследия, зарегистрированный Постановлением Правительства Республики Карелия № 333 в 1998 г. В «перестроечные» годы у местных краеведов и геологов возникла идея создания на базе месторождения «Рускеала 1» природного парка. Инициаторами создания парка были А. Грибушин и И. В. Борисов. Горный парк Рускеала площадью 5 га был создан в 2003 г. Предприниматель А. Б. Артемьев организовал компанию «Колмас Карелия», которая получила права на использование территории парка для проведения экскурсий. Основным объектом парка стал Главный карьер. Его длина достигает 366 м, ширина 15—105 м. Вокруг карьера была проложена экскурсионная тропа длиной более 1 км. Новый маршрут привлек к себе внимание туристов и представителей природоохранного сообщества. Наша группа комиссии карстоведения и спелеологии РГО впервые побывала в Рускеале в 2010 г. Мы профессионально работали над созданием музеев природы, в основном на базе пещер и старинных выработок, и нам было интересно познакомиться с новым неординарным объектом. Впечатление было неоднозначным. С одной стороны, «Мраморный каньон», как его называли организаторы туристского комплекса, был очень интересен и красив. Желание его использовать и показывать людям было разумным, но в оборудовании маршрута и организации туристского процесса были видны некоторые недостатки. Экскурсионная тропа не везде выдерживала требования техники безопасности, многие глыбы на склонах карьера были неустойчивы и могли обрушиться на лодки экскурсантов. Посетители проходили маршрут не в составе организованных групп с проводниками, а самостоятельно, и часто схо-



Рис. 1. Вид Рускеальского Провала до начала работ.

дили с тропы, чтобы лучше рассмотреть живописные виды «каньона». При этом они часто оказывались в зоне возможных обвалов. Неожиданно прямо на экскурсионной тропе открылась зияющая щель, а внизу ее — закарстованная полость. Тропу надо было перенести на другое место. К работам был привлечен А. А. Ручкин, опытный инженер и альпинист, руководитель группы промышленных альпинистов-строителей. В результате большая часть намеченных нами глыб и блоков мрамора была сброшена со склонов. Маршрут стал значительно безопасней.

Летом 2009 г. И. В. Борисов — карельский геолог и краевед, разрабатывающий тему экскурсионного использования старинных выработок Приладожья, показал нам «Рускеальский провал» (рис. 1). Всего в сотне метров к западу от карьера зияло огромное отверстие, около 20 м в диаметре, а внизу расстился подземный водоем. Свод камеры покоился на огромных мраморных колоннах. Вид провала произвел на нас очень сильное впечатление и мы решили его обязательно исследовать. В феврале 2011 г., как только на подземном озере образовался прочный лед, мы приехали с хорошо подготовленной группой спелеологов. Кроме членов РГО, в группе были спелеологи из секции «Дзержинец». Программа научно-исследовательских работ включала топографическую съемку камеры, изучение геологического строения участка и особенностей подземного водоема. Опытные спелеологи быстро спустились на лед провала. Выяснилось, что своды поддерживаются восемью массивными колоннами. Зал имеет длину (надводную) около 115 м и ширину до 55 м. В северо-восточной части имеются две небольшие камеры, одна из которых

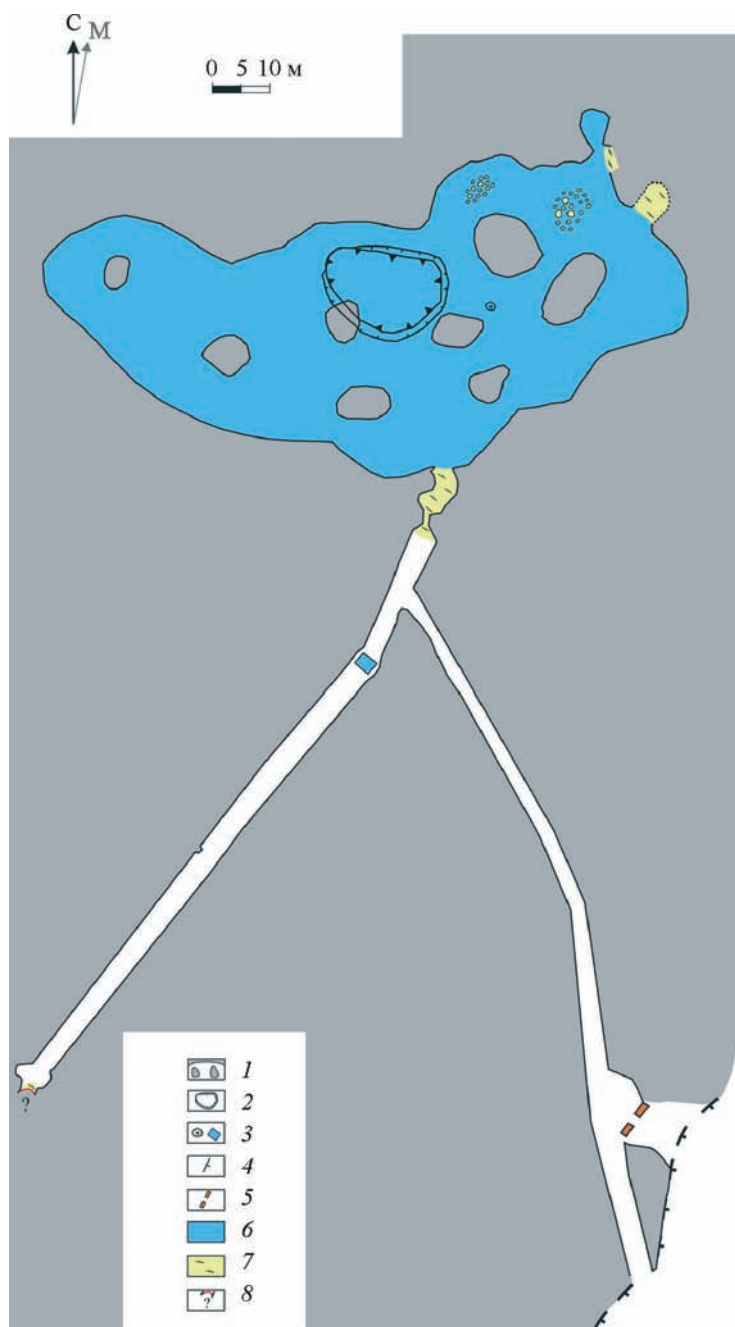


Рис. 2. Схематический план Провала и подходящих к нему штолен. Составили Ю. С. Ляхницкий, И. Ю. Хлебалин, О. А. Минников.

1 — контур полости и целики; 2 — бровка провала и вертикали; 3 — колодец; 4 — борт карьера; 5 — кирпичная кладка; 6 — затопленные участки; 7 — осыпи, направление уклона; 8 — непроходимые завалы.

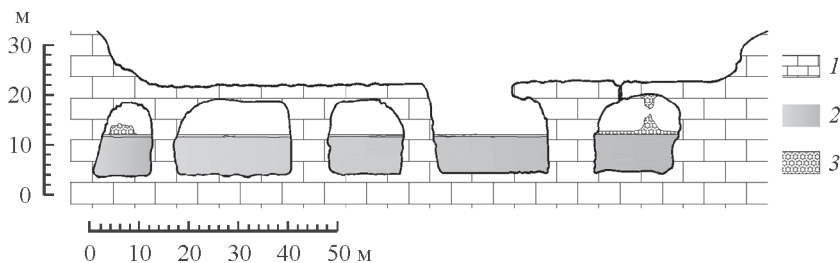


Рис. 3. Схематический разрез Большого зала.

1 — мрамор, 2 — вода, 3 — лед.

почти полностью заполнена завалом. В этом месте была шахта № 1, теперь она также полностью заполнена. В центральной части южной стены находится вход в небольшую камеру. В центральной части свода зала, ближе к северной стене, находится образовавшееся при провале свода огромное отверстие, выходящее на поверхность. Его размер около 20×15 м. В восточной части свода зала имеется узкое отверстие сквозного колодца, выходящего на поверхность. Есть основания предполагать, что зал имеет большие размеры, но его продолжения затоплены озером. Во время съемки один из наших спелеологов — И. Ю. Хлебалин — осуществлял рекогносцировку периметра зала — обследование тупиков и щелей. В южной стене зала он обнаружил ход высотой около полутора метров, ведущий в обвальную камеру. Южная торцовая часть камеры была перекрыта крупноглыбовым завалом. И. Ю. Хлебалин сумел преодолеть завал, протиснувшись в щели между глыбами и через 3 м вышел в штольню, которая вела к Главному карьеру. Вторая штольня, простирающаяся от завала к юго-западу, была перекрыта вторым завалом, видимо, образовавшимся после подрыва выработки. Стало ясно, что эта система выработок может быть использована для создания экскурсионного маршрута, объединяющего поверхностный маршрут и подземное пространство (рис. 2, 3).

Обследование завала показало, что он образовался в мощной тектонической зоне дробления, сложенной тектонической глиной и глыбами разной величины с зеркалами скольжения. Высота обвального купола достигала 8 м. Устойчивость свода была крайне низкой. Мы провели полунструментальную съемку штолен. Стало ясно, что Вторая штольня идет в сторону малого Монферрановского карьера, но точное положение проекции завала на поверхность оставалось неясным. Наложение нашей съемки на карту Интернет-ресурса Google Earth показало, что завал находится у обочины дороги, проходящей от Монферрановского к Главному карьеру.

Комплексное исследование подземных выработок. Было необходимо провести комплексное научное исследование подземного пространства парка, на котором можно было бы основывать составление инженерного проекта устройства подземного экскурсионного маршрута. Руководство «Колмас Карелия» выделило средства для проведения этих работ. Предстояло выполнить теодолитную съемку выработок, исследовать их горно-техническое состояние, гидрологическую, гидрохимическую и геоэкологическую ситуации, геологическое строение участка, микроклиматические параметры полостей, наличие в них животных, в частности рукокрылых, и т. д. [2].

Проведенные работы показали, что основной геологической особенностью участка является наличие крупного тектонического нарушения, рассекающего

Первую штольню в непосредственной близости от южной стены Большого зала. Мраморы различных сортов и типов разбиты несколькими системами трещин, оживленных и частично приоткрытых в результате взрывов при отпалке и добыче мрамора на крошку. Небольшая обособленная зона дробления возникла при взрыве штольни вблизи северо-западного окончания малого Монферрановского карьера.

Обследование Главного карьера показало, что морфология его бортов обусловлена системой отработки и трещиноватостью массива. Борта карьера представляют собой крутые, местами отвесные скалы, разбитые сетью трещин. Между выступающими вертикальными ребрами видны углубления, некоторые из них находятся над входами в штольни. В настоящий момент нижняя часть карьера затоплена, и вертикальные ребра бортов не просматриваются. Борта карьера образованы совокупностью крутонаклонных плоскостей, контролируемых хорошо проявленными трещинами. Большая часть бортов карьера устойчива, но на некоторых участках нарушенность мраморов тектоническими трещинами создает опасность обвалов. Летом 2011 г. такой обвал произошел в юго-западной части карьера, что создало опасность для использования экскурсионной тропы. Аналогичные случаи возможны и на других участках западного борта карьера. Особенно опасны хорошо проявленные трещины, имеющие почти восточное падение под углом около 50° . В связи с этим проведенная чистка бортов карьера была очень своевременной, но далее необходим постоянный мониторинг ситуации, чтобы избежать обвалов в будущем.

Объектами нашего исследования стали Большой зал и примыкающие к нему с юга штольни. Штольня 2 отходит от Большого зала на юго-запад. Через 12 м от зала к ней примыкает штольня 1, выходящая в Главный карьер, а через 23 м находится расширение буровой камеры. Она имеет углубление в полу, образующее маленькое озерцо, и камин в потолке. На своде камеры закреплены металлические кольца, служившие, видимо, для крепления тросов. Углубление на полу, заполненное водой, было перекрыто деревянной конструкцией из балок с настилом. Камера, видимо, служила для размещения бурового станка. В верхней северной нависающей части стены находится блок мрамора, обуренный рядом шпуров большого диаметра. Общий размер этого блока приблизительно 1.5×0.5 м. Далее к югу в штольне через 15 м начинается участок с насыпью обломков мрамора у восточной стены. Она возвышается над ручьем, текущим у восточной стены, на 30—50 см. На юге штольня заканчивается завалом, но он возник, видимо, при взрыве входа штольни. Этот завал «живой», он состоит из сравнительно мелких обломков и его значительно легче разобрать. Зимой через него наружу интенсивно идет воздух со скоростью около 1 м/с. Сквозь завал был слышен шум протекающей через него воды. Приблизительно в 35 м к юго-западу, на поверхности в нижней части склона, вытекал родник, с расходом, соответствующим расходу ручья, уходящего в завал в штольне. Вода пробивалась между глыб по линии максимального уклона. Ясно, что положение родника никак не могло помочь нам в определении точного положения самого завала.

Штольня 1 отходит от штольни 2 и соединяет ее с «Каньоном» — Главным карьером. Для уточнения увязки подземных выработок и элементов рельефа была проведена теодолитная съемка штолен, провала и карьера. Съемку провел член секции спелеологии Горного университета и комиссии карстоведения и спелеологии РГО О. А. Минников. Было определено положение южного завала штольни и его глубина. При обследовании южного завала штольни 2 бы-

ла проведена его пробная разборка, которая привела к просадке на поверхности. Эта точка, как и предполагалось, находилась у северной бровки дороги, проходящей севернее западной оконечности озера Монферрановского карьера под навалом глыб на глубине 8 м.

Была изучена гидрологическая ситуация на участке. На территории Рускеальского горного парка находится два затопленных карьера: «Каньон» (Главный карьер) и Монферрановский карьер, а также подземные полости горных выработок, в том числе и озеро Большого зала. Главной дренажной артерией района является р. Рускалка, протекающая в непосредственной близости к юго-западу на высотных отметках около 66—65 м. Каньон соединен с Большим залом подземными полостями: штольнями и крупным затопленным залом. Они представляют собой огромные сообщающиеся сосуды. Сток из системы Большой зал—Каньон осуществляется через штольню 2. Расход этого ручья зимой (в феврале 2011 г.) составлял около 2 л/с, а его уровень не превышал 10—15 см. Ручей проходил оба завала практически без повышения уровня. На стене штольни 2 хорошо различимы следы стояния воды на высоте от 0.4 до 1.5 м над полом. Время образования этих (паводковых) следов стояния воды сначала было неясно, но позднее нам удалось наблюдать существенный подъем уровня ручья более чем на 1 м при таянии снега в весенний паводок и зимой во время больших морозов при образовании на поверхности наледи на выходе ручья. Наледь сыграла роль ледяной пробки, блокирующей разгрузку ручья штольни. В результате уровень ручья повышался более чем на 1 м и происходил своеобразный местный паводок. Следствием этого паводка был подъем воды в штольнях, а также появление воды на поверхности льда в «Каньоне» и Большом зале. Разгрузка ручья осуществляется в сторону малого старого Монферрановского карьера через завал во взорванном входе штольни 2. Позднее зимой, во время межени, расход этого ручья составлял около 2—3 л/с. В начале мая 2011 г. расход ручья в штольне 2 составлял 8—10 л/с. Вода поступала из Большого зала под завалом, но существенная часть питания осуществлялась по подземными затопленным полостям из оз. «Каньон». Согласно замерам по футштоку, оборудованному на стене Большого зала, максимальный уровень озера в мае превышал январскую отметку на 17 см. Уровень ручья в дальней части штольни 2 был в мае примерно на 10—15 см выше, чем осенью. Осенью, 18 сентября 2011 г., уровень воды в штольне 2 был на несколько сантиметров выше, чем зимой. В некоторых местах в дальней части пол выработки был почти полностью затоплен. Расход ручья составлял 1.4 л/с. Примечательно, что заметно изменился звук текущей в завале воды: кроме слабого журчания были отчетливо слышны звуки «пробулькивания». Возможно, вода выходила на дне маленького «подвешенного» водоемчика. Таким образом, ручей в штольне 2 иногда существенно изменял расход и уровень, поэтому регулировка его стока при организации маршрута совершенно необходима.

Гидрохимические пробы, отобранные в оз. «Каньон», обрабатывались в лаборатории ВСЕГЕИ. Результаты анализа показали, что pH воды 8.22, общая жесткость 3.65, гидрохимическая формула $M-HCO_3$ 69.7—Cl 18.3— SO_4 8.2 / Ca 61.3—(Na+K)29.5—Mg 19.2, вода гидрокарбонатная кальциево-магниева, питьевая, повышенных содержаний вредных веществ не обнаружено. Таким образом, на момент исследований воды карьера были чистыми, без загрязнений и могли использоваться для водоснабжения.

Изучение радиационного фона подземных полостей Рускеальского месторождения проводилось в сентябре 2011 г. Эти работы были необходимы для

обеспечения безопасности посетителей. Для замеров использовался комбинированный радиометр РКС-107 «Белвар». В штольнях замеры проводились через 10—20 м. Радиационный гамма-фон характеризуется как нормальный. Средние значения равны 0.05—0.07 мкЗв/ч, максимальные — 0.09 мкЗв/ч; такой уровень радиационного фона опасности для здоровья людей не представляет.

Были проведены работы по определению радоновой опасности. Высокие концентрации радона способны вызвать альфа-излучением поражение органов дыхания и поэтому в пещерных экскурсионных объектах ведется постоянный мониторинг радонового фона. Норма радиационной радоновой безопасности равна 250 Бк/м³. В связи с тем что радон тяжелее воздуха, он концентрируется в нижнем воздушном потоке. Летом это пещерный воздух, обогащенный радоном, зимой — холодный воздух, входящий в пещеру с поверхности, обедненный радоном. Для объектов с высоким уровнем содержания радона для проводников-экскурсоводов рассчитывается предельное время безопасной работы; при достижении предельных значений персонал сменяется. Замеры проводились прибором радоновой разведки РГА-1. Определения объемной активности радона в подземных выработках Рускеалы показали, что ее величина в штольнях незначительна, а сразу за завалом в штольне 2 у входа в Большой зал наблюдается заметное увеличение до 179 Бк/м³. Таким образом, опасности для здоровья людей по радоновому фактору в штольнях и в Большом зале нет.

Микроклиматические наблюдения проводились в полостях штолен и Большого зала неоднократно. Первые измерения были выполнены в феврале 2011 г. Затем в теплый осенний день 18 сентября 2011 г. был выполнен психрометрический ход по обоим штольням и на их соединении с Большим залом. Температура в штольне в начале мая составляла около 0 °С, интенсивное таяние не отмечалось. Благодаря льду, образующемуся зимой в штольне 1, температура в ней весной долгое время держится около 0 °С. Это промораживание штольни может мешать проведению экскурсий в зимнее и особенно в весеннее время. В сентябре 2011 г. был выполнен психрометрический ход по обоим штольням до их соединения с Большим залом. Исследовался также температурный режим водотоков. Он оказался более консервативным, так как существенно зависит от температуры массива, составляющей около 6 °С. В сентябре температура озера Большого зала (на поверхности) составляла 6.6 °С, а ручья в средней части штольни — 2—5.8 °С. Понижение температуры, видимо, связано с эффектом зимнего промораживания штольни.

Таким образом, микроклиматические показатели подземных полостей Рускеалы существенно изменяются по сезонам и в связи с погодными условиями на поверхности. Это требует проведения специального обустройства для поддержания постоянного микроклиматического режима в штольнях, для чего необходимо оборудовать двери на всех трех входах. Регулировать микроклимат Большого зала весьма затруднительно и, видимо, нецелесообразно.

Большое значение имеет режим образования ледяных натеков в выработках. Обследование Большого зала зимой 2010 г. показало, что ледяной покров озера достигает толщины 40 см. На льду образуются многочисленные натежные образования, приуроченные к очагам капли со свода. Среди натеков преобладают сталагмиты, но есть сталактиты и сталагнаты. На локальных участках образуются сублимационные натежные кристаллы. Отмечено, что натежные образования обладают повышенной пластичностью: иногда сталагмиты

изгибаются, но при этом не ломаются. Это обусловлено примесью карбонатов в натеках.

Выявлено три основных участка развития ледяных натеков. Два из них находятся в северо-восточной части зала, а третий — на крайнем его западном участке. Наиболее крупный колоннообразный натек — сталагнат — находится на западном участке.

Зимой 2011 г. было проведено обследование льда на озере Большого зала. Выполнено 19 замеров толщины льда, установлен временный металлический футшток для наблюдений за уровнем ледяного покрова и воды в полости.

Во время наблюдений в конце апреля лед в Большом зале был покрыт на 15—20 см слоем воды, а затем произошло ее почти полное замерзание. В результате образовалось 2 слоя льда, с воздушной прослойкой между ними. Верхний слой имел мощность около 1—2 см, нижний — около 40 см. Между слоями возникла воздушная прослойка около 1—2 см. Местами верхний слой представлял собой кристаллические образования. В штольне 1, проходящей от «Каньона» к Большому залу, также появилась вода, а затем началось ее замерзание и через 100 м от входа образовался лед толщиной 10—25 см. Подо льдом находилась воздушная прослойка, так как после его образования уровень воды резко упал. В Большом зале посредине зимы лед достигает толщины до 30—40 см. Но иногда образуются участки с пониженной толщиной льда. Наблюдаются участки, на которых лед заметно колеблется при перемещении по нему человека. Под массивными натеками слой льда утолщается более чем на 1 м. Зимой штольня 1, соединяющая Большой зал и «Каньон», промерзала практически на всю длину и паводковые воды замерзали, образуя «ледяной пол», сохранявшийся до середины июня. В штольне образовывались многочисленные ледяные натеки: сталагмиты и сталактиты.

При обследовании выработок выяснилось, что изредка в них встречаются животные: зимой — единичные рукокрылые, летом — водные насекомые. Весной удалось наблюдать вытаивание лягушек из льда. Отсутствие значительного количества летучих мышей в полостях, предназначенных для организации маршрута, снимает вопрос об их неприкосновенности в качестве зимнего резервата рукокрылых.

Таким образом, проведенные исследования позволили собрать достаточно детальные комплексные материалы, характеризующие подземные выработки и процессы, проходящие в них. Стало ясно, что создание в подземном пространстве Рускеальского месторождения экскурсионного маршрута вполне возможно [2, 3]. Полученные материалы в конце 2011 г. были представлены заказчику — компании «Колмас Карелия» в виде подробного отчета.¹

Составление проекта экскурсионного маршрута. Далее начался второй этап — проектирование подземного экскурсионного маршрута. В связи с необходимостью соблюдения положений нормативных документов и наличия лицензии, проект разрабатывался под эгидой научного центра ВНИМИ, а его исполнителями были Ю. П. Коренной и Ю. С. Ляхницкий. Основой концепции организации экскурсий в подземные выработки является использование их не

¹ Ю. С. Ляхницкий (ответственный исполнитель), А. А. Юшко, О. А. Минников, И. Ю. Хлебалин, Т. А. Мусатова. «Комплексное обследование „Горного парка Рускеала“ и концептуальный проект использования его подземного пространства в экскурсионно-туристических целях» (отчет). Архив компании «Колмас Карелия». 2011. 91 с.

только в качестве основных экскурсионных объектов, но и элементов, связующих все участки и демонстрационные пункты парка в единый комплекс. Они должны быть особенно интересны туристам в связи с их загадочностью, таинственностью, необычностью для большинства посетителей. В Большом зале мы предложили оборудовать наплавной маршрут. Размеры зала, наличие глубокого озера, огромное отверстие в потолке делают его очень красивым и необычным; он должен стать одним из самых зрелищных объектов Европы. Присутствие на маршруте подземных и наземных водоемов очень украсит парк и сделает его еще привлекательней. Вариант лодочных экскурсий в подземном зале был отвергнут из-за малой пропускной способности и повышенной опасности.

При обустройстве маршрута планировалось проводить этот процесс поэтапно. Предусматривалось создание разных вариантов маршрута: челночный с входом и возвращением экскурсантов через штольню 2; кольцевой с выходом на поверхность в «Каньон» через штольню 1, а в будущем — через ствол шахты в северо-восточном углу Большого зала, которая в настоящее время заполнена обломками породы.

Для наиболее эффектного осмотра Большого зала планировалось соорудить наплавную тропу на понтонах по кольцу вдоль периметра зала. Такой маршрут может функционировать круглогодично и предоставляет уникальную возможность осматривать и ледяные натёки зимой, и подземное озеро летом, даже если лед не полностью растает.

Для горнотехнической оценки состояния штолен и камерно-столбовой полости (Большого зала) в целях их безопасного экскурсионно-туристского использования были рассмотрены основные факторы, влияющие на устойчивость подземных выработок: напряженное состояние массива и его естественная трещиноватость; последствия взрывных работ, применявшихся при добыче мрамора и проходке штолен, создавших дополнительную трещиноватость массива; размеры пролетов в камерах и опорных целиков, обеспечивающих устойчивое состояние полости Большого зала; нагрузка на крепь, возведенную при ремонте и восстановлении обвалных участков штольни 2.

Решающее значение имели параметры устойчивости выработок, зависящие от свойств вмещающих мраморов. Все необходимые вычисления провел Ю. П. Коренной. Расчет проводился на основании натурных испытаний механических свойств мраморов и теоретических данных по их характеристикам, с учетом размеров и морфологии выработок. Для обустройства этих подземных маршрутов было необходимо провести горные работы по расчистке завалов и укреплению сводов полостей. Наиболее тяжелые ответственные работы предстояло выполнить, чтобы удалить завал у Большого зала и оборудовать северный бетонный оголовок штольни 2 — выход в Большой зал. Конструкцию оголовка мы разработали совместно с Ю. П. Коренным. Оголовок получился из двух частей: южной — высотой 2 м и длиной 5,5 м и северной — высотой 2,5 м и длиной 8 м. В своде бетонного короба предусматривались люки для создания страхующей «подушки» на своде из слоев обломков мрамора и песка на случай возможного срыва со свода глыб. В северном конце оголовка предусматривалось оборудование наклонного козырька с боковинами, опирающимися на скальную стену перед залом. Кроме того, проектировались небольшой оголовок южного выхода Восточной штольни 1 в «Каньон», лестница по борту «Каньона» вверх на экскурсионную тропу и крупный оголовок на южном конце штольни 2, которая в тот момент еще была перекрыта за-

валом. Планировалось вскрыть ее южный конец экскаватором. Кроме горно-технических расчетов и конструкций сооружений, Проект содержал описание геозкологических мероприятий, рекомендации по проведению экскурсий, положения техники безопасности и другие разделы, обеспечивающие обустройство маршрута и организацию экскурсионного процесса. Проект был передан заказчику в конце 2013 г.¹

Обустройство маршрута. Далее начался самый важный этап обустройства маршрута. Одним из самых ответственных разделов работ было оборудование прохода из штольни 2 в Большой зал. Для обустройства входа в Большой зал было необходимо ликвидировать завал в северном конце штольни 2. Это была достаточно сложная задача, так как завал имел большой объем и образовавшаяся камера — купол вывала — имела высоту около 7.5 м от пола и 3 м от вершины обвальной конуса. Для расчистки завала необходимо было провести первую стадию работ очень аккуратно с соблюдением всех предосторожностей. Группа из двух опытных горняков должна была провести вскрытие завала, убрать неустойчивые глыбы, обезопасить стены и свод от «живых» камней. При этом глыбы и другой материал из завала можно было сбрасывать в водоем Большого зала. Эту работу в январе 2014 г. провели спелеологи комиссии РГО О. А. Минников и И. Ю. Хлебалин, имеющие большой опыт работ по разбору завалов в пещерах. При проведении работ учитывалась неустойчивость стен и потолка обвальной камеры. Завал был разобран не полностью, оставался блок рыхлой породы высотой около 2.5 м. При разборке завала стало ясно, что дальнейшие работы по вскрыше могут привести к обвалу. Был организован выезд экспертной группы в составе Ю. П. Коренного и Ю. С. Ляхницкого для оценки ситуации. Было принято решение остановить разбор завала и приступить к поэтапному вскрытию штольни 2 и к сооружению оголовка. При этом планировалось использовать методику осторожного «пошагового» бетонирования с продвижением на 1—1.5 м с паузами, обеспечивающими закрепление бетона и разгрузку возникающих напряжений неустойчивых стен. Планировалось, что рабочие будут находиться большую часть времени под надежной защитой бетонного свода.

В апреле 2014 г. была замечена просадка грунта у дороги между «Каньоном» и Монферрановским карьером, рядом с нашим пикетом. Это произошло после выемки глыб из завала в штольне. Стало ясно, что точка проекции завала штольни 2 на поверхность определена правильно. 17 апреля 2014 г. началось вскрытие штольни мощным экскаватором. Она была вскрыта, как и планировалось, на глубине 8 м. В начале мая мы прибыли на объект для разработки рекомендаций по продолжению работ. Вход в штольню представлял собой узкий лаз. Позднее он был полностью расчищен. В декабре 2014 г. эти работы закончились и началось сооружение Малого короба у входа в Большой зал. Расчистка завала и бетонирование короба осуществлялось, как и планировали, малыми «шагами» по 1—1.5 м. В начале января 2015 г. началось оборудование Большого короба (рис. 4). В середине марта он был закончен. Далее оборудовался наклонный козырек и боковины оголовка у стены камеры пе-

¹ М. А. Розенбаум (заведующий Лабораторией геомеханики), Ю. С. Ляхницкий, Ю. П. Коренной (исполнители). «Проект обустройства подземных горных выработок на туристическом объекте „Горный парк Рускеала“» для регламентированного экскурсионно-туристического использования». 2013. 75 с.



Рис. 4. Бетонный оголовок штольни 2 на соединении с Большим залом почти окончен.



Рис. 5. Штольня 2, ведущая в Большой зал.



Рис. 6. Понтонный участок экскурсионного маршрута в Большом зале.



Рис. 7. Общий вид Большого зала с отверстием провала в потолке. Фото О. Ю. Лебедевой.



Рис. 8. Ледяные натеки в Большом зале зимой. Фото А. А. Юшко.



Рис. 9. Большой зал весной. Фото А. А. Юшко.

ред Большим залом. Началось обустройство экскурсионной тропы (рис. 5, 6) и лотка-водовода для сброса воды ручья в Монферрановский карьер. Параллельно в Большой зал доставлялись пластиковые понтоны и монтировалась тропа. Кольцевой наплавной маршрут длиной около 140 м позволяет хорошо осмотреть весь зал (рис. 7). Тропа проходит вблизи зон образования сезонных ледяных натеков (рис. 8), но на достаточном удалении, чтобы обеспечить безопасность экскурсантов. К сожалению, средства на обустройство маршрута выделялись нерегулярно. Большой длинный входной оголовок на южном конце штольни 2 был готов только к декабрю 2016 г. Немецкой компанией «Cave Lighting» было оборудовано освещение зала и штолен. В начале 2017 г. на маршруте уже начались пробные экскурсии. В марте 2017 г. маршрут начал регулярно действовать и пользуется очень большой популярностью у туристов (рис. 9). Без сомнения, это один из интереснейших горно-геологических природных музеев в природе в Европе [1].

Список литературы

- [1] *Артемьев А. Б., Юшко А. А.* Новый спелеологический экомаршрут «Подземная Рускеала» // Пещеры: сб. науч. тр. Перм. гос. нац. иссл. ун-та. Вып. 40. Пермь: ГИ УрО РАН, 2017. С. 103—114.
- [2] *Борисов И. В., Ляхницкий Ю. С., Минников О. А., Мусатова Т. А., Хлебалин И. Ю., Юшко А. А.* Проект создания Рускеальского геопарка // Тр. Междунар. конф. «Карстовые системы Севера в меняющейся среде». Пинега, 2011.
- [3] *Ляхницкий Ю. С., Юшко А. А., Борисов И. В., Минников О. А., Хлебалин И. Ю.* Старинные горные выработки Карелии — важнейший элемент туристического потенциала республики (на примере горного парка «Рускеала» и рудника Рогосельга) // Роль туризма в устойчивом развитии Русского Севера. Тр. Всерос. науч.-практ. конф. 21—22 ноября 2014. Петрозаводск, 2015. С. 197—208.

Поступило в редакцию
14 марта 2018 г.

Creation of the underground excursion route in the Ruskeala mountain park

© Yu. S. Lyakhnitskiy

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI), St. Petersburg
E-mail: Yuri_Lyakhnitsky@vsegei.ru

The article is devoted to creation of underground excursion routes on the example of Ruskeala Mountain Park (Republic of Karelia). In 2010 Karelian geologist and local historian I.V. Borisov showed the «Ruskeala Pit» to the author, which was impressed greatly and had got an impetus to its investigation. In 2011 the comprehensive survey of the Ruskeala Mountain Park was conducted. A large group of speleologists from the Russian Geographic Society took part in the studies. The received data were presented to the project owner, «Kolmas Karelia» company, in the form of a detailed report. In 2012, under the agreement with «Kolmas Karelia», a project of developing the infrastructure for excursions in the underground space was designed by Yu. S. Lyakhnitskiy and Yu.P. Korennoy. The project was based on results of the survey and involved equipment of two galleries and a large half-flooded hall mined out during the extraction of

marble, for educational excursions. Later several important amendments to the project were made, because new features were revealed in the course of clearing the debris. In addition, the control of work progress and methodological support in its realization were provided. In late 2016, the arrangement of the route was completed and in 2017 it began to operate. Now, the underground route of Ruskeala Mountain Park is one of the best in Europe due to its aesthetic, educational, historic-cultural features.

Key words: museum in nature, Karelia, Ruskeala, underground excursion route, educational tourism.

References

- [1] *Artemyev A. B., Yushko A. A.* Novyy speleologicheskiy ekomarshrut «Podzemnaya Ruskeala» // Peshchery: sb. nauch. tr. Perm. gos. nats. issl. un-ta. Vyp. 40. Perm: GI UrO RAN, 2017. S. 103—114.
- [2] *Borisov I. V., Lyakhnitskiy Yu. S., Minnikov O. A., Musatova T. A., Khlebalin I. Yu., Yushko A. A.* Proyekt sozdaniya Ruskealskogo geoparka // Tr. Mezhdunar. konf. «Kartovyye sistemy Severa v menyayushcheysya srede». Pinega, 2011.
- [3] *Lyakhnitskiy Yu. S., Yushko A. A., Borisov I. V., Minnikov O. A., Khlebalin I. Yu.* Starinnyye gornyye vyrabotki Karelii — vazhneyshiy element turisticheskogo potentsiala respubliky (na primere gornogo parka «Ruskeala» i rudnika Rogoselga) // Rol turizma v ustoychivom razvitii Russkogo Severa. Tr. Vseros. nauch.-prakt. konf. 21—22 noyabrya 2014. Petrozavodsk, 2015. S. 197—208.

DOI: 10.7868/S0869607118050043

Изв. РГО. 2018. Т. 150, вып. 5

О ПРИЧИНАХ И СЛЕДСТВИЯХ НОВЫХ ПРИРОДООХРАННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

© **А. К. ТУЛОХОНОВ**

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия
E-mail: aktulohonov@binm.ru

Для сохранения экосистемы оз. Байкал принят федеральный закон «Об охране озера Байкал» и многочисленные государственные директивы об ограничении хозяйственной деятельности на Байкальской природной территории. Однако экологическая ситуация в регионе продолжает ухудшаться. С точки зрения автора, политика запретов и отчуждения местного населения от прав на природопользование не может быть эффективной. Для примера анализируется постановление правительства о запрете на промышленный лов омуля, который принят без необходимого научного обоснования всех факторов, влияющих на экосистему озера, и оценки социально-экономических последствий для местного населения. Отмечается, что сокращение нерестового стада омуля более всего связано с общей аридизацией климата во Внутренней Азии и снижением водности основных притоков Байкала. Предлагается изменить методику учета омуля и места промышленного лова. Особое внимание необходимо уделить вопросам занятости местного населения, которое должно быть заинтересовано в рациональном использовании природных богатств родного края.

Ключевые слова: Байкальская природная территория, экологическое законодательство, природоохранные ограничения, запрет лова байкальского омуля, уровень жизни местного населения.

География – единственная наука, которая изучает социально-экономические процессы во взаимодействии с окружающей природной средой. Таким образом, достигается объективный результат при оценке и экспертизе различ-