

## ПЕЩЕРА НА ЛЕДНИКОВОМ КУПОЛЕ ЛУННЫЙ, ОСТРОВ ЗЕМЛЯ АЛЕКСАНДРЫ, ЗЕМЛЯ ФРАНЦА-ИОСИФА

© 2024 г. Б. Р. Мавлюдов\*

*Институт географии РАН, Москва, Россия*

*\*e-mail: bulatrm@bk.ru*

Поступила 08.07.2024 г.

После доработки 26.08.2024 г.

Принята к печати 07.10.2024 г.

Приведены результаты обследования пещеры, расположенной в краевой части ледникового купола Лунного на острове Земля Александры, Земля Франца-Иосифа. Пещера была пройдена зимой и картирована. Длина сквозного канала пещеры равна 250 м, длина ходов – 380 м, перепад высот – 20 м. Пещера, вероятно, возникла в результате подледного перемещения канала под отепляющим действием водного потока при уклоне ложа ледника от края льда.

**Ключевые слова:** ледниковый купол, динамика оледенения, край ледника

**DOI:** 10.31857/S2076673424040119, **EDN:** НТВАТQ

### ВВЕДЕНИЕ

В условиях изменяющегося климата многие ледники стали быстро деградировать. В первую очередь этому способствует повышение температур воздуха. В основном это проявляется в усилении поверхностного таяния ледников. Однако ледники стали деградировать и изнутри благодаря развитию систем внутреннего дренажа.

Внутренние дренажные системы чаще всего встречаются в теплых и политермических ледниках (Мавлюдов, 2006; Gulley et al., 2009; Irvine-Fynn et al., 2011). Однако внутренний дренаж также встречается и в холодных ледниках полярных районов и в высокогорьях (Мавлюдов, 2006). Элементы внутреннего дренажа были обнаружены в очень холодном льду на ледниковом куполе Кропоткина на острове Земля Александры в архипелаге Земля Франца-Иосифа (Мавлюдов, 2019). Но этой информации недостаточно, чтобы понять морфологию пещеры и причины ее образования.

В августе–сентябре 2023 г. и в апреле 2024 г. автору удалось посетить остров Земля Александры в рамках экспедиции Русского географического общества и провести обследование ледниковой пещеры на соседнем ледниковом куполе Лунном. Именно результатам этих исследований и посвящена данная статья.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для посещения пещеры не потребовалось специальное оборудование и снаряжение, кроме источников освещения. Для отбора проб льда внутри пещеры применялся ледоруб. Лёд упаковывался в полиэтиленовые пакеты, и после его таяния вода переливалась в пробирки для проведения в дальнейшем изотопного анализа.

Возникли трудности с картированием ледниковой пещеры. Летом 2023 г. при посещении пещеры не было приборов для проведения полуинструментальной топографической съёмки. В апреле 2024 г. оказалось, что использование компаса невозможно из-за сильной намагниченности горных пород. Выяснилось, что для съёмки можно использовать навигатор, так как в полости записывается GPS трек. Это дало возможность привязать к полученной нитке хода в отдельных точках ширину и высоту канала до свода. Все это позволило построить план и разрез пещерного канала.

#### *Район работ*

Земля Франца-Иосифа – архипелаг, расположенный в западном секторе Российской Арктики, самая северная суша России и Евразии. Архипелаг лежит на северной окраине арктического материкового шельфа Европы, часто называемого Баренцевым, между 81°52' и 79°46' северной широты и 44°45' и 65°25' восточной долготы. Вся земля

архипелага входит в территорию национального парка «Русская Арктика».

Остров Земля Александры расположен в самой западной части архипелага Земля Франца-Иосифа. Площадь острова составляет 1708.4 км<sup>2</sup>, из которых ледниками покрыто около 1214.7 км<sup>2</sup>, то есть 74.3% территории острова (Гросвальд и др., 1973). Остров имеет асимметричную дугообразную форму с выпуклой частью, ориентированной на север. По краям дуги расположены ледниковые шапки, а в средней части находится территория, свободная ото льда (рис. 1).

На западной части дуги острова расположен ледниковый купол Лунный, а на восточной – купол Кропоткина. Высота купола Лунного достигает 400 м, а купола Кропоткина – 314 м. Купол Лунный представлен двумя сомкнутыми ледниковыми шапками и вытянут почти субширотно. Купол Кропоткина также сложен двумя сомкнутыми ледяными шапками меньшего размера и вытянут субмеридионально. Купол Лунный почти всем периметром заканчивается в море, и только его восточная часть оканчивается на суше. Купол Кропоткина кроме северной части заканчивается в море. На морских участках обоих куполов имеются выводные ледники, которые сбрасывают айсберги в окружающее море. Участки обоих куполов, заканчивающиеся на суше, скорее пассивные с медленным или отсутствующим движением льда. Это подтверждается отсутствием моренных отложений перед фронтами ледников и других следов движения льда.

Климат архипелага типично арктический. Средняя годовая температура воздуха около –12 °С, средние температуры воздуха в июле до +2 °С, а в январе около –24 °С (минимальные температуры зимой до –52 °С), ветер временами достигает

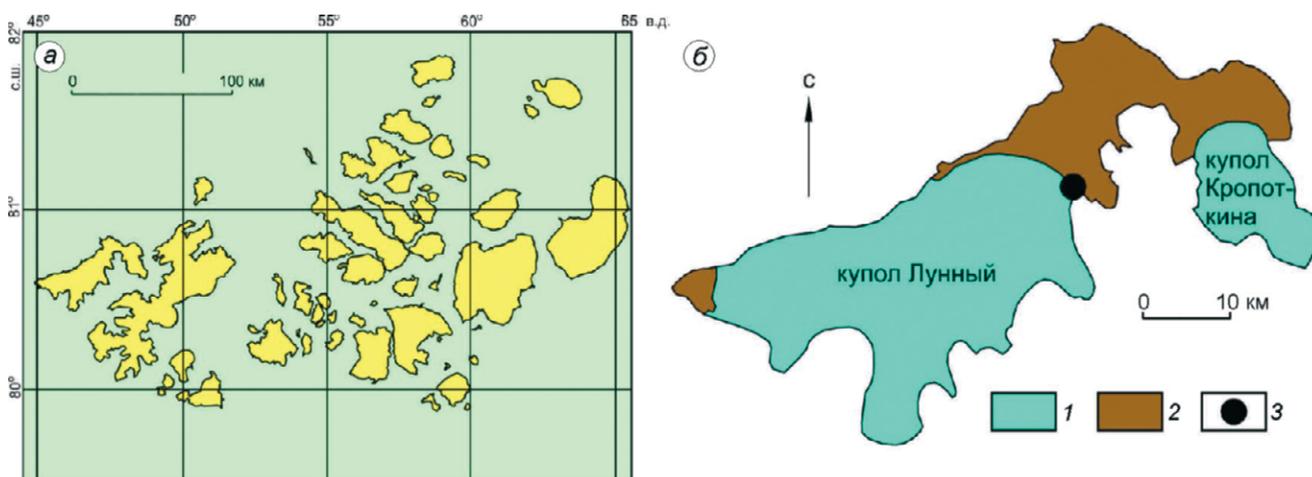
40 м/с. Осадков выпадает от 200–300 до 500–550 мм в год.

#### Описание ледниковой пещеры

Ледниковая пещера расположена в самой восточной части ледникового купола Лунный. Из-за опасности обрушений кровли полости в сентябре 2023 г. удалось посетить только отдельные фрагменты ледниковой пещеры. В апреле 2024 г. прошли пещеру насквозь, так как она была полностью проморожена и не было опасности обрушений.

Вход в пещеру находится в южной части большой котловины с ледяными стенками, у юго-восточного края купола Лунный, который заканчивается на суше, у северной части морского залива – бухты Курникова. Вход в начальный грот зимой был наполовину заполнен снегом (рис. 2, а). От входа в грот вел спуск длиной около 15 м по снегу в зал шириной 20–25 м, высотой 6 м. Из зала имелось два выхода: один на юг, а второй – на юго-запад.

Над выходом к юго-западу на своде висели «занавеси» изморози до 0.5–0.7 м длиной, что говорило о выходе из этого хода более теплого воздуха под сводом (см. рис. 2, б). Вход в эту ветвь имел ширину около 11 м и высоту около 0.9 м, но сразу после входа высота поднималась до 2 м. От входа шла галерея на юго-запад шириной около 14 м и высотой около 2 м, на дне которой располагалось озеро глубиной около 4–5 м, находившееся подо льдом толщиной более 1 м (см. рис. 2, в). Озерный лед был прозрачен и разбит трещинами. По краям озера на высоте около 0.5 м над озерным льдом имелись массивные ледяные заборы, что говорит



**Рис. 1.** Архипелаг Земля Франца Иосифа (а), о. Земля Александры (б). 1 – ледниковые купола, 2 – суша, свободная ото льда, 3 – положение ледниковой пещеры

**Fig. 1.** Franz Josef Land archipelago (а), Alexandra Land Island (б). 1 – glacial caps, 2 – ice-free land, 3 – location of the glacier cave



**Рис. 2.** Фотографии из пещеры на ледниковом куполе Лунный. *a* – вид на вход изнутри, *б* – вход в юго-западную ветвь пещеры, *в* – в зале с озером, *г* – вход в южную ветвь пещеры, *д* – начало южного канала, *е* – оседание ледяных глыб со свода в расширении канала

**Fig. 2.** Photos from the cave on the Lunnyy Ice Cap. *a* – view of the cave entrance from the inside, *б* – entrance to the southwestern branch of the cave, *в* – in the chamber with the lake, *г* – entrance to the southern branch of the cave, *д* – the beginning of the southern channel, *е* – collapse of ice blocks from the vault in the expansion of the channel

о более высоком уровне воды в озере ранее. Длина хода с озером составила около 34 м, свод в конце понижался и смыкался с озёрным льдом. Весь свод галереи был покрыт тонким слоем изморози. В дальней части галереи со свода свисали сростки листовидных сублимационных кристаллов общей длиной до 20 см с толщиной листа льда 0.1–0.2 мм. Пластинки были ориентированы в разные стороны и были настолько ажурны, что колыхались от дыхания наблюдателя. В нижней части галереи наблюдалась небольшая тяга воздуха внутрь пещеры, что говорило о наличии непроходимого продолжения канала.

Канал, ориентированный на юг к морскому заливу, представлял собой подледный туннель шириной около 8 м и высотой около 2 м (см. рис. 2, *г–д*). Дно канала выстлано каменными обломками, по которым летом протекает ручей, зимой замерзающий. Ледяной свод канала слабо асимметричен. Левая восточная стенка канала имела высоту от первых сантиметров до полуметра и сложена перемытыми обломками горных пород, а правая западная стенка туннеля имела высоту около 1 м и была сложена не перемытыми обломками донной морены. В канале постоянно дул ветер от верхнего входа к нижнему. Уклон дна канала около 3–5°.

Примерно через 50 м от входа в пещеру канал сужался до 5 м, а высота свода понижалась до 1.8 м, здесь русло вышло на коренные породы и сформировало уступ высотой около 1 м. После этого пещерная галерея расширилась до 15 м, сформировав небольшой обвальный зал высотой 3–4 м. Зал образовался по первоначальному меандру русла с изгибом водного потока к востоку; впоследствии водный поток этот меандр спрямил, из-за чего ширина канала увеличилась и его свод стал неустойчивым. Это привело к отслаиванию льда от свода, его обрушению и появлению глыбового завала в восточной части зала (см. рис. 2, *е*). Ледяные глыбы в западной части зала были либо унесены водным потоком, либо растаяли.

Ранее, используя расчеты по устойчивости шахт в разных горных породах, удалось вычислить, что ледяные своды в пещерах с нулевой температурой устойчивы, если ширина канала меньше 12 м. При большей ширине канала начинаются обрушения (Мавлюдов, 2006). Наши измерения зимой показали, что из-за воздействия воздушного потока с поверхности в пещере температура воздуха и пород практически равна температуре на поверхности. Летом через пещеру проходит теплый воздух, что приносит тепло с поверхности в полость. Поскольку толщина льда над пещерой невелика (менее 10 м), то можно предположить, что лед летом в своде полости может сильно прогреться и даже достигать температур слабо отрицательных или близких к нулевым. Именно потому своды полости летом при большой ширине канала становятся

менее устойчивыми, чем в более прочном холодном льду. О том, что обрушения льда в пределах этого расширения пещерного канала происходят довольно часто, можно было судить по обрушению нависающей ледяной арки в пещере над рекой во время летней экспедиции.

Сразу за залом галерея сузилась сначала до 9 м, а потом и до 5 м. Перед сужением канала в правой стенке обнажались коренные породы, на которых лежал слой глины толщиной 0.5 м с обилием целых морских раковин. Поверх слоя глины находился слой донной морены мощностью около 1 м из неокатанных обломков горных пород с включениями мелких обломков раковин. Поверх материала донной морены на контакте со льдом был обнаружен мертвый мох, который рос на этом месте до того, как ледник стал наступать. Датирование мха позволяет приблизительно оценить период наступания края льда и время формирования подледного рельефа, к которому частично приурочены пещерные каналы. Возраст пещеры современными методами не оценивается.

Далее канал представлял собой каньон в коренных породах, поворачивал на запад, сужался до 3 м при высоте 4 м и обрывался уступом высотой 1 м, после чего канал опять поворачивал на юг. Через несколько метров канал имел высоту около 5 м и расширялся до 11–13 м, поскольку он разделялся на два рукава: основной, по которому летом текла вода, и более старый, сухой, который располагался восточнее и на 1 м выше основного канала. В этом месте также из-за расширения канала отмечались обрушения льда со свода. Основной канал далее сужался до 9 м, имел высоту около 5 м и подходил к уступу высотой 2 м, нижняя часть которого на высоту 1 м была завалена ледяными глыбами, что позволило спокойно спуститься. Дальше канал имел ширину около 10 м и высоту 5 м с обломками льда на полу. Лед занимал основную часть сечения галереи и только нижние сечения около 1 м шириной были сложены горными породами и их обломками. Канал открывался в обвальном зале длиной около 20 м, шириной около 14 м и высотой 6 м, который располагался почти под прямым углом к основному ходу. Здесь сквозь обломки льда у южной стены зала был виден дневной свет выхода. Как выяснилось позднее, обломки перекрыли путь воде, заставив ее течь в сторону через зал. Зал в восточной части выходил в небольшой объем с осевшими со свода глыбами льда шириной около 13 м и высотой 2.5 м. Сюда же сверху приходил ход старого потока шириной до 7–8 м и высотой 1–1.5 м с плоским сводом.

Далее ход поворачивал на юг, в нем надо было передвигаться поверх осевшего льда со свода. Этот ход вываливался в бок основного канала, врезанного в породу, который уходил также назад, где

примерно через 20 м был полностью перекрыт ледяным завалом. Ширина хода 9–10 м, высота 2 м.

Влево от основного хода уходило ответвление шириной около 10 м и высотой 1.5 м; вероятно, туда уходила вода ранее. Перед выходом галерея имела ширину 9–13 м, а высоту от 4 до 2.5 м. На выходе канал был на 3 м заполнен наметаемым снегом.

По данным съёмки, длина сквозного канала пещеры составила 250 м, а длина пещеры со всеми ответвлениями достигала 380 м, перепад высот между входами составлял около 20 м, средняя ширина галерей 9 м, средняя высота –3 м (рис. 3).

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Вероятно, заполненный озером юго-западный ход был одним из ранее существовавших каналов подледной пещеры. Об этом говорит наличие следа провала во льду (36×23 м), полностью заполненного снегом, между входом в галерею и береговым ледяным обрывом. Это видно на космическом снимке Google Earth от 02.08.2020 (см. рис. 3). Провал находится чуть западнее трассы основного сквозного канала. Вероятно, юго-западный канал когда-то был заблокирован обрушением льда в месте провала, который стал преградой движению воды. Из-за этого вода прекратила свое движение через канал и стояла какое-то время в большой котловине в виде озера, пока не нашла выход из котловины через другой канал. Наличие толстого слоя ила на дне озера, видимого через прозрачный лед, говорит о том, что озеро существует уже несколько лет. Согласно космическим снимкам, провал образовался между 2007 и 2020 г. Поскольку летом 2020 г. провал был полностью заполнен снегом, на что, похоже, требуется 1–2 зимы, то провал, вероятно, мог сформироваться самое раннее 5–6 лет назад.

Асимметрия южного входного канала может свидетельствовать о смещении потока подо льдом в течение длительного времени с востока на запад, то есть от края льда под купол по уклону ложа ледника. Вероятно, сначала сток воды из котловины происходил по краю льда, а потом подо льдом, постепенно смещаясь до нынешнего положения. При этом ранее существовавший покинутый водой канал закрывался при оседании льда. Механизм образования юго-западного канала пока остается не раскрытым.

Ледниковые пещеры на куполе Кропоткина и куполе Лунном образовались на участках, где подошва льда наклонена под ледник, и возможно, это одна из причин образования пещер. Аналогичную картину образования подледной пещеры мы наблюдали на краю холодного ледникового купола Кангваре в южном Тибете (Мавлюдов, 2006).

Тепло с поверхности ледника водным потоком переносится под ледник, что ведет к более интенсивному таянию льда на краях куполов. Обрушение сводов каналов на излучинах пещерного потока приводит к образованию провалов на поверхности.

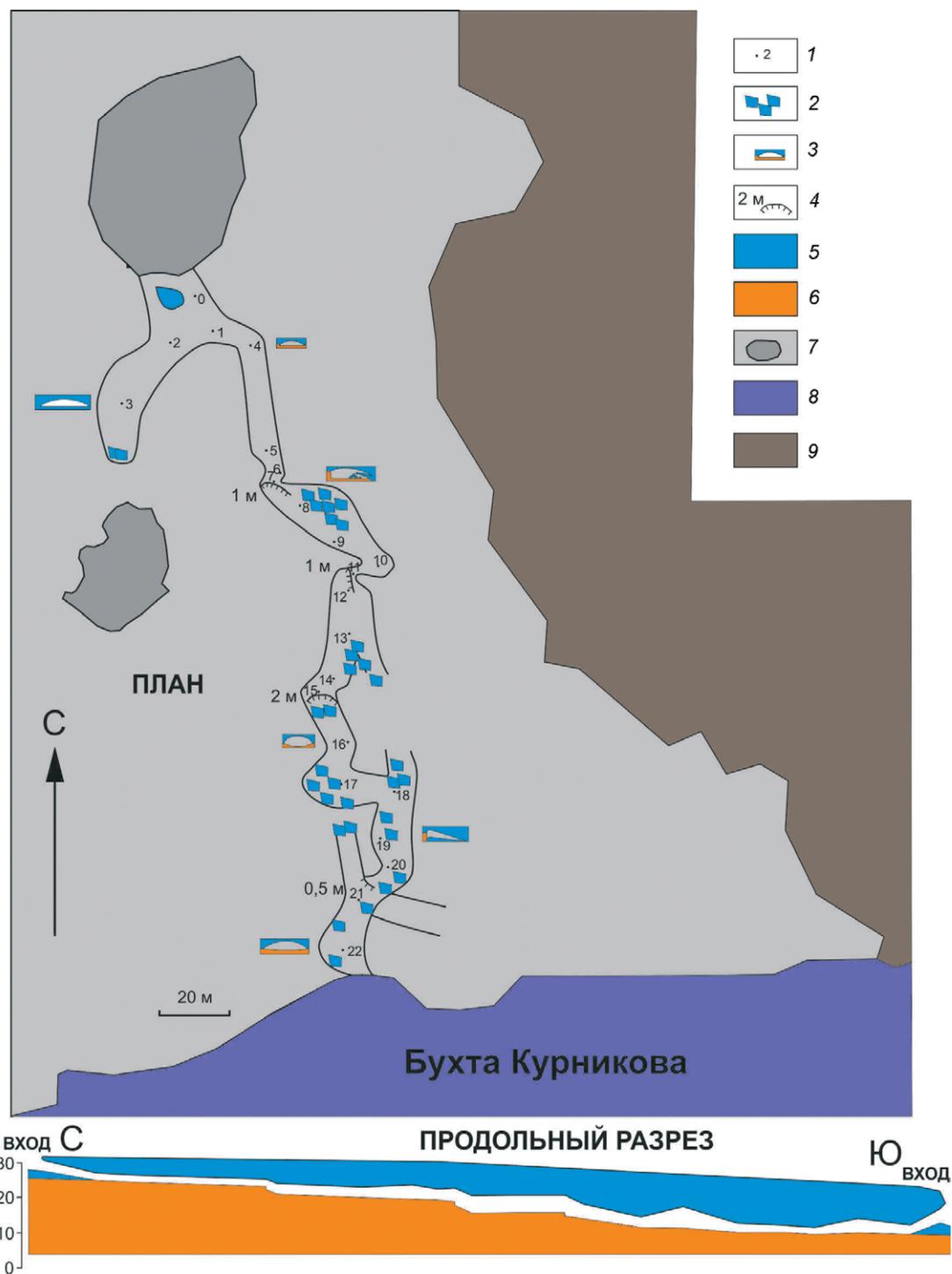
На космических снимках Google Earth от 18.04.2006 на месте большой краевой котловины, из которой начинается вход в пещеру, видна запечатанная снегом котловина 48×30 м. Поскольку котловины являются следствием обрушений над расширениями пещерных каналов, это означает, что в 2006 г. пещера здесь уже существовала. Подтверждением этого служит июльский снимок 2007 года, на котором видна еще одна котловина (75×40 м) на берегу моря у края льда с выходящим отсюда вскрытым пещерным каналом в виде ледяного каньона. По примерной оценке, длина пещерных каналов вместе с каньоном в то время могла превышать 700 м, что почти втрое превышает протяженность современной пещеры. Нынешний пещерный канал мог быть наследником ранее существовавшего, подтверждением этому служит его форма.

Пещера существует более 18 лет и постоянно изменяется морфологически. На основе изучения пещеры установлено, что она была сформирована тальми водами, стекающими с ледникового купола Лунный в сторону бухты Курникова или, возможно, водами озера, расположенного рядом с куполом.

Очень ровный ледяной свод на выходе параллельного притока в основной канал в нижней части пещеры свидетельствует о возможном другом механизме образования подледных полостей. Свод полости мог быть бронирован субгоризонтальной трещиной, но влияние тектоники льда на формирование полостей в холодном льду могут показать только дальнейшие исследования.

Форма некоторых участков пещерных каналов наводит на мысль, что частично они образовались по сети ранее возникших долин и каньонов в горных породах, которые были сформированы тальми водами, стекающими с купола, когда он имел меньшие размеры, чем в настоящее время. Вероятно, это происходило в период потепления, которое во многих регионах происходило до малого ледникового периода или ранее.

Поскольку формирование изученных пещер связано с постепенным перемещением водных потоков подо льдом в условиях, когда ледниковое ложе наклонено под ледник, подледные пещеры могут возникать и в теплых, и в политермических ледниках. Полости, проработанные водой в холодном льду, могут существовать много дольше (похоже, что десятки лет), чем аналогичные полости в теплых и политермических ледниках (единицы



**Рис. 3.** План и продольный разрез ледниковой пещеры на куполе Лунный. Снимали: Б.Р. Мавлюдов и А.С. Добрянский: 1 – точки измерений, 2 – места обвала ледяных глыб со сводов, 3 – поперечные сечения каналов пещеры, 4 – обрывы и их высота, 5 – лёд (на разрезах), 6 – горная порода (на разрезах), 7 – ледниковый лёд и котловины, частично или полностью замеченные снегом (по космическому снимку 2020 г.), 8 – море, 9 – перигляциальная область

**Fig. 3.** Plan and longitudinal section of the glacier cave on the Lunny Cap. They were mapped by: B.R. Mavlyudov and A.S. Dobryansky: 1 – measuring points, 2 – places of collapse of ice blocks from the arches, 3 – cross sections of cave channels, 4 – cliffs and their height, 5 – ice (in sections), 6 – rock (in sections), 7 – glacial ice and surface collapses partially or completely covered by snow (on the base of space image from 2020), 8 – sea, 9 – periglacial area

лет). Так как большую часть года полости находятся в сильно промороженном, очень устойчивом льду, только на короткое летнее время (около двух месяцев) в них может происходить отепление до температур, близких к нулевым. Влияние потоков воды и воздуха при отеплении каналов подтверждается наблюдениями в двух ветвях ледниковой пещеры. В южной ветви пещеры, где наблюдается движение воды и воздуха, обрушения свода происходят при ширине канала более 12 м. В юго-западной части, где расположено озеро, а циркуляция воды и воздуха практически отсутствуют, измерена ширина канала 14–15 м без видимых следов обрушения (см. рис. 2, в).

На основе наших наблюдений мы можем приблизительно оценить скорость формирования пещерных каналов. Летом 2023 г. мы посетили фрагмент ледниковой пещеры, расположенный севернее крупной котловины, из которой начинается сквозная пещера. Через этот фрагмент пещеры протекал краевой водный поток, который, как видно на снимке от 02.08.2020, в то время стекал из приледникового озера параллельно краю ледника. Это означает, что обследованный летом пещерный канал сформировался в период между 2020 и 2023 гг. А поскольку над одним из участков этого пещерного канала возник новый провал, это говорит о том, что трех лет в благоприятных условиях достаточно на формирование пещерного канала и провала над ним даже в очень холодном льду. Но как образовался этот канал, до конца не ясно.

Пещеры в очень холодных ледниках и ледниковых куполах могут возникать при наличии талых вод и обратного уклона ледникового ложа, что помогает воде попадать под лед. Во всех известных случаях пещеры в очень холодном льду располагались неподалеку от края льда. Когда отступление края льда достигает долгоживущей полости, то из-за достаточно большой ширины подледных каналов происходит скачкообразное отступление края льда. По нашим оценкам на основе космических снимков средняя скорость отступления края льда купола Лунный, заканчивающегося на суше в районе пещеры, с 2007 по 2020 г. составляла около 2 м/год. Отступление края льда до пещеры вызовет изменение границы льда до 10 м. С учётом зон обрушений над расширенными участками каналов на отдельных участках моментальное отступление края льда будет еще бóльшим. Таким образом, пещерные каналы холодных ледниковых куполов могут ускорять отступление краев льда.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2023 и 2024 гг. была обследована подледная пещера на восточном краю ледникового купола Лунный на острове Земля Александры, Земля Франца-Иосифа. Длина сквозного канала пещеры

достигала 250 м, а общая длина ходов пещеры превышала 380 м. Предположительно пещера сформировалась более 18 лет назад и с тех пор претерпела существенные изменения. В частности, ее протяженность сократилась почти в три раза с 2007 г. из-за отступления края ледяного обрыва, спускающегося в морской залив, чему способствовало, в том числе, развитие пещерного канала. Произошло также перемещение отдельных участков канала, возникли новые зоны обрушений льда со сводов полости. При этом в какой-то момент возник второй канал (юго-западный), который в настоящее время стал неактивным из-за блокирования его обрушением свода на одном из участков канала. Дальнейшее изучение пещерных каналов на краях ледниковых куполов Земли Франца-Иосифа позволит более точно оценить их влияние на скорость сокращения ледниковых масс на островах архипелага.

**Благодарности.** Исследование выполнено в рамках темы госзадания FMWE-2024-0004 «Криосфера в условиях изменяющегося климата». Автор приносит благодарность Русскому географическому обществу, руководству и сотрудникам национального парка «Русская Арктика» за возможность участия в экспедициях на Землю Франца-Иосифа.

**Acknowledgements.** The work was carried out within the framework of the state assignment FMWE-2024-0004 “Cryosphere in conditions of climate change”. The author expresses gratitude to the Russian Geographical Society, management and staff of the national park “Russian Arctic” for the opportunity to participate in expeditions to Franz Josef Land.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гросвальд М.Г., Кренке А.Н., Виноградов О.Н., Маркин В.А., Псарева Т.В., Разумейко Н.Г., Суходровский В.Л.* Оледенение Земли Франца-Иосифа. М.: Наука, 1973. 352 с.
- Мавлюдов Б.Р.* Внутренние дренажные системы ледников. М.: Институт географии РАН, 2006. 396 с.
- Мавлюдов Б.Р.* Арктическая спелеологическая страна // Атлас пещер России. Гл. ред. А.Л. Шелепин. М.: Русское географическое общество, Российский союз спелеологов, 2019. С. 193–200.
- Gulley J.D., Benn D.I., Mueller D., Luckman A.* A cut-and-closure origin for englacial conduits in uncrevassed regions of polythermal glaciers // *Journ. of Glaciology*. 2009. V. 55. № 189. P. 66–80.
- Irvine-Fynn T.D.L., Hodson A.J., Moorman B.J., Vatne G., Hubbard A.L.* Polythermal glacier hydrology: a review // *Reviews of Geophysics*. 2011. V. 49. № 4. P. 75–87.

Citation: *Mavlyudov B.R. Cave on the Lunny ice cap, Alexandra Land Island, Franz Josef Land. Led i Sneg. Ice and Snow. 2024, 64 (4): 620–627. [In Russian]. doi: 10.31857/S2076673424040119*

## Cave on the Lunny ice cap, Alexandra Land Island, Franz Josef Land

**B.R. Mavlyudov<sup>#</sup>**

*Institute of Geography of the RAS, Moscow, Russia*

<sup>#</sup>*e-mail: bulatrm@bk.ru*

Received July 8, 2024 / Revised August 26, 2024 / Accepted October 7, 2024

The results of summer and winter surveys of a cave located in the marginal terrestrial part of the Lunny Ice Cap, the Alexandra Land, the westernmost island of the Franz Josef Land Archipelago, are presented. The cave on the Lunny Cap was partially surveyed in the summer of 2023. Due to the danger of collapses, the cave on the Lunny Cap was partially explored in the summer of 2023. The cave was completely crossed and mapped in April 2024. Difficulties in mapping of the cave arose due to the strong magnetization of the rocks in the cave and the inability to use a compass. However, the recorded GPS track with low ice thickness above the cave channels made it possible to construct a plan of the cavity. The width and height were recorded at certain points of the track, which allowed to build a plan and a longitudinal profile of the cave. The length of the through channel of the cave was 250 m, the length of the passages was 380 m, the height difference between the entrances was 20 m, average width of the galleries was 9 m and average height was 3 m. The description of the cave is given. Sections with gallery widths up to 12 m characterized by stable arches. Ice collapses from the vaults were typical for sections of galleries of greater width. In winter, collapses stopped due to the frozen ice in the cavity. The cave has existed in any form for at least 18 years. The cave could result from subglacial movement of the channel under the warming effect of the water flow when the glacier bed slopes away from the ice edge. At the same time, the position of the subglacial channel is partially inherits the channel shape formed near the glacier edge during the period when the glacier was retreating.

**Keywords:** ice cap, glacier dynamics, glacier margin

### REFERENCES

- Grosswald M.G., Krenke A.N., Vinogradov O.N., Markin V.A., Psariova T.V., Razumeiko N.G., Sukhodrov-syj V.L. Oledenenie Zemli Frantsa Iosifa. Glaciers of Franz Josef Land. Moscow: Nauka, 1973: 352 p. [In Russian].*
- Mavlyudov B.R. Vnutrennie drenazhnye sistemy lednikov. Internal drainage systems of glaciers. Moscow: Institute of Geography RAS. 2006: 396. [In Russian].*
- Mavlyudov B.R. Arctic speleological country. Atlas pescher Rossii. Atlas of caves of Russia. Ed. A.L. Shelepin. Moscow: Russian Geographical Society, Russian Union of speleologists, 2019: 193–200. [In Russian].*
- Gulley J.D., Benn D.I., Mueller D., Luckman A. A cut-and-closure origin for englacial conduits in uncrevassed regions of polythermal glaciers. Journ. of Glaciology. 2009. 55 (189): 66–80.*
- Irvine-Fynn T.D.L., Hodson A.J., Moorman B.J., Vatne G., Hubbard A.L. Polythermal glacier hydrology: a review. Reviews of Geophysics. 2011. 49 (4): 75–87.*