

А.С. Деревнина¹✉, В.А. Ульянов², М.Б. Козликин³

¹Новосибирский государственный университет
Новосибирск, Россия

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Москва, Россия

³Институт археологии и этнографии СО РАН
Новосибирск, Россия
E-mail: fjellvarrulv@gmail.com

Особенности морфологии и процессов карстообразования пещеры Сурка в долине реки Ануй

В 2025 г. проведены археологические исследования пещеры Сурка в бассейне р. Ануй. Представлены новые материалы изучения внутренней полости пещеры и описана спелеологическая ситуация. Особое внимание уделено наблюдениям за спелеотемами как одними из важнейших палеогеографических маркеров развития пещер и изменения внешних факторов природной среды. В пещере протяженностью 108 м выделены две зоны – Основная и Глубинная – и внутри них Приступьевой, Срединный и Дальний коридоры, пять лазов и два зала – Приступьевой и Сталактитов. В настоящее время процесс карстообразования в пещере Сурка практически отсутствует, карстовые формы не выражены в современном рельефе, вследствие чего полость можно рассматривать как реликтовую. Связь стадий развития карстовой полости с историей развития рельефа долины р. Ануй отражается расстоянием от ныне сухой зоны пещеры, где спелеотемы в реликтовом виде встречаются в литологических слоях рыхлых отложений, до влажной зоны формирования современных спелеотем. Морфология полости, изменения в структуре и цвете коренных известняков в наиболее отдаленном от устья месте пещеры дают основание предполагать наличие в пещере Сурка нескольких входов. Археологические и палеонтологические находки, в совокупности с данными спелеологии и геоморфологии, указывают на то, что пещера в течение длительного времени могла быть доступна для животных и человека. Дальнейшие исследования карстового объекта способствуют развитию представлений о генезисе пещерных полостей Алтая как среды обитания древнего человека.

Ключевые слова: Алтай, пещера Сурка, спелеология, карстовая полость, скальное убежище, геоморфология, спелеотемы.

А.С. Derevnina¹✉, В.А. Uliyanov², М.Б. Kozlikin³

¹Novosibirsk State University
Novosibirsk, Russia

²Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia

³Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS
Novosibirsk, Russia
E-mail: fjellvarrulv@gmail.com

Features of the Morphology and Karst Formation Processes of the Marmot Cave in the Anui River Valley

In 2025, archaeological investigations were conducted at Marmot Cave in the Anui River basin. This paper presents new analytical on the cave's interior and describes the cave speleology. Particular attention is paid to observations of speleothems as key paleogeographic markers in reconstructing cave evolution and changes in external environmental factors. The 108-meter-long cave is subdivided into two principal zones – the Main Zone and the Deep Zone, which contain the Entrance, Middle, and Rear Passages; five passing holes; and two chambers – the Entrance Chamber and the Stalactite Chamber. Currently, karstification processes in Marmot Cave are largely inactive, and karst features are not present in the topography nowadays, which suggest the relict classification of the cavity. The stages of development of the karst cavity and the geomorphic development of the Anui River valley are represented by the spatial separation of the presently dry zone – where relict speleothems are found within lithological layers of unconsolidated sediments – from the active, humid zone of modern speleothem formation. The morphology of the cavity, along with alterations in the texture and color of the bedrock limestone in the rear section, suggest the possible existence of multiple

entrances to Marmot Cave. Archaeological and paleontological finds, integrated with speleological and geomorphological data, indicate that the cave was accessible for animals and humans over a long period. Further research at this karst site will enhance understanding of the genesis of cave cavities in the Altai Mountains as habitats for ancient hominins.

Keywords: Altai Mountains, Marmot Cave, speleology, karst cavity, rock shelter, geomorphology, and speleothem.

Изучение процессов карстообразования, условий формирования и морфологических особенностей современных спелеотем необходимо для понимания истории формирования заполняющих карстовые полости древних осадков (пещерной *terra rossa*). Будучи неотъемлемой составляющей более молодых осадков, древние отложения определяют степень полихронности и полигенетичности культуросодержащих отложений, представляющих археологический интерес.

В долине р. Ануя на северо-западе Алтая известны десятки археологических объектов возрастом от раннего палеолита до позднего Средневековья, в т.ч. приуроченных к скальным убежищам разных типов. Наиболее значимый из них – Денисова пещера, где изучена самая представительная в Северной и Центральной Азии палеолитическая последовательность. В 2006 г. в 500 м к северу от Денисовой пещеры, на высоте 260 м над урезом Ануя, открыта пещера Сурка, в которой на первом этапе исследований были обнаружены палеонтологические материалы [Агаджанян, 2007]. В результате рекогносцировочных работ 2025 г. установлено, что помимо фаунистических комплексов рыхлая толща пещеры содержит археологические находки разных стадий палеолита и эпохи голоцена (см. статью Козликина М.Б. и др. «Пещера Сурка – новая многослойная стоянка в долине р. Ануя на Алтае» в этом сборнике).

С целью изучения особенностей седиментогенеза и реконструкции истории развития пещеры Сурка проведены рекогносцировочные измерения морфологических параметров карстовой полости, фотофиксация, замеры температуры и влажности воздуха. Особое внимание было уделено спелеотемам – «натечным пещер-

ным отложениям разнообразной морфологии» [Панин, 2014] – как одним из важных палеогеографических маркеров развития пещер и изменения внешних факторов среды. В пещере Сурка были обнаружены как субэральные отложения, формирующиеся выше контакта с водной поверхностью – сталактиты и сталагмиты, кораллиты, натечные кальцитовые корки, а также специфическая спелеотема «лунное молоко» (*moonmilk*) [Hill, Forti, 1997], так и субаквальные, образующиеся под водой или на контакте водной поверхности с воздухом – гуры начальной стадии формирования.

Измерения морфологических параметров карстовой полости проводились при помощи лазерного дальномера Bosch GLM 80 Professional с заявленной инструментальной точностью измерения расстояний $\pm 1,5$ мм и точностью измерения углов наклона $\pm 0,2^\circ$. В качестве буссоли использован горный компас ГК-2 с заявленной погрешностью определения магнитного азимута $\pm 0,5^\circ$.

Протяженность пещеры составляет 108 м (рис. 1). Основная часть представлена узкими ходами и лазами шириной от 0,5 до 1,8 м, высотой от 0,3 до 2,9 м в поперечном сечении. Среднее вздымание уровня пещеры в продольном профиле составляет ок. 0,5 м, при этом перепад высот достигает 10 м. В пещере предварительно выделены две крупные морфологические зоны – Основная и Глубинная – и внутри них Приустьевой, Срединный и Дальний коридоры, пять лазов и два зала – Приустьевой и Сталактитов (рис. 2). Вследствие того, что полость пещеры часто меняет направление, пространственная ориентировка стендается в следующем виде: «правая (северная)», где первое слово означает расположение относительно

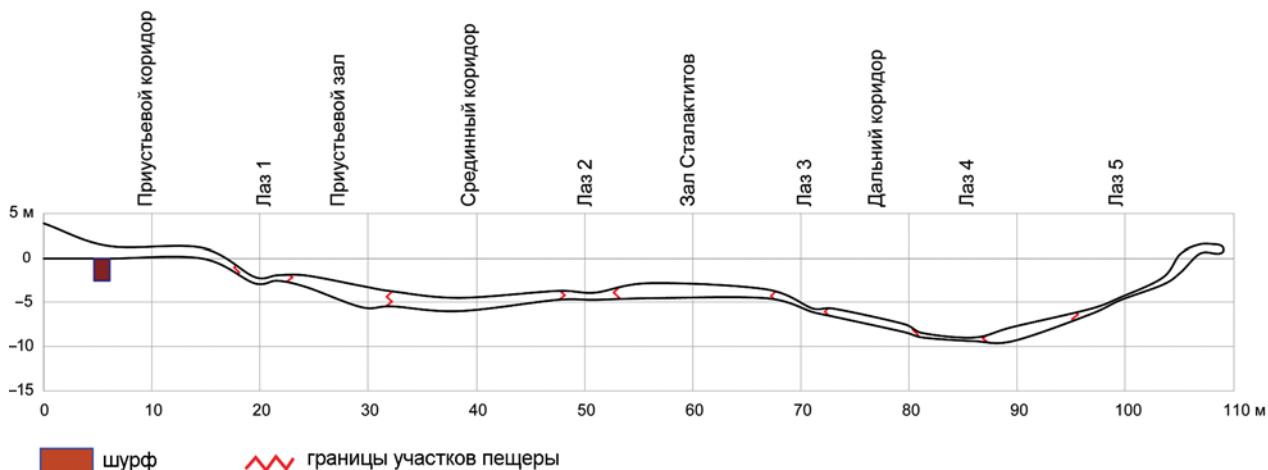


Рис. 1. Продольный профиль пещеры Сурка.

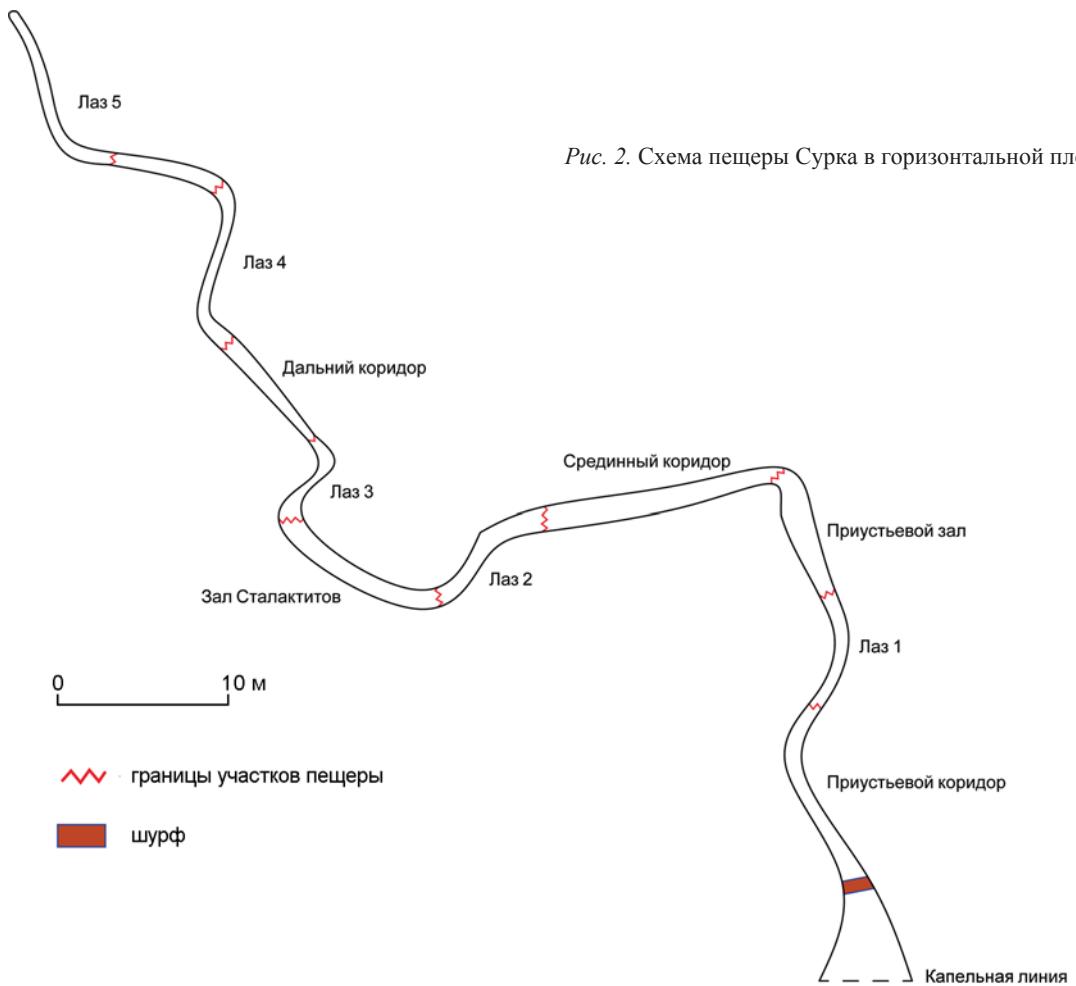


Рис. 2. Схема пещеры Сурка в горизонтальной плоскости.

направления движения вглубь пещеры, а второе – ориентацию относительно сторон света.

Основная зона пещеры протяженностью 68 м начинается устьем южной экспозиции, открывающимся в распадок лога Сосновый. Вход округлой формы достигает максимальных размеров $5,5 \times 3,9$ м. После широкой устьевой части пещерная полость сужается в длинный сухой приустьевой коридор со сводчатым потолком.

На расстоянии 14,7 м от устья полость круто поворачивает на северо-восток с одновременным падением уровней свода и пола под углом 30° . На левой (западной) стенке прослеживается продольная зияющая трещина шириной до 5 см, заполненная охристо-палевым рыхлым суглинком. В пристеночной части встречаются отдельные крупные глыбы известняка, апплицируемые на коренные стены. На своде отмечены борозды растворения, конденсационные лунки и многочисленные капли конденсата, стекающие по стенам.

Далее полость сужается и переходит в первый лаз размерами $0,7 \times 0,7$ м в наиболее узкой части. На влажных от мелких капель конденсата, покрытых тонкой пленкой воды стенах и своде видны характерные борозды растворения, однако каплепадение отсутствует либо минимально, что подтверждается

сухостью выстилающего пол рыхлого суглинка. Современная конфигурация лаза связана с антропогенной деятельностью – он был расширен для проникновения в глубину пещеры.

Лаз 1 выходит в небольшой Приустьевой зал. Поверхность пола пещеры после падения под углом 24° постепенно выполаживается. Профиль свода из округлого, проработанного в самой высокой части бороздами растворения, постепенно принимает подтреугольную форму; высота свода увеличивается до 2,4 м. На полу, частично погруженные в грунт, лежат крупные (до $1,5 \times 0,5$ м) уплощенные глыбы известняка, разбитые продольными трещинами. Здесь впервые фиксируется спелеотема *toontiilk* в виде сухой рыхлой кристаллизованной пленки по трещинам в стенах и своде (рис. 3, 1).

Полость Приустьевого зала, ориентированного в северном направлении, через 11 м поворачивает на запад под углом 120° . На левой (западной) стене, в месте резкого изменения направления пещеры, коренной известняк разбит на крупные плитчатые отдельности субгоризонтальными трещинами, заполненными сухим глинистым цементом. Данный участок является условной границей приустьевой части пещеры, в настоящее время самой сухой. После пере-

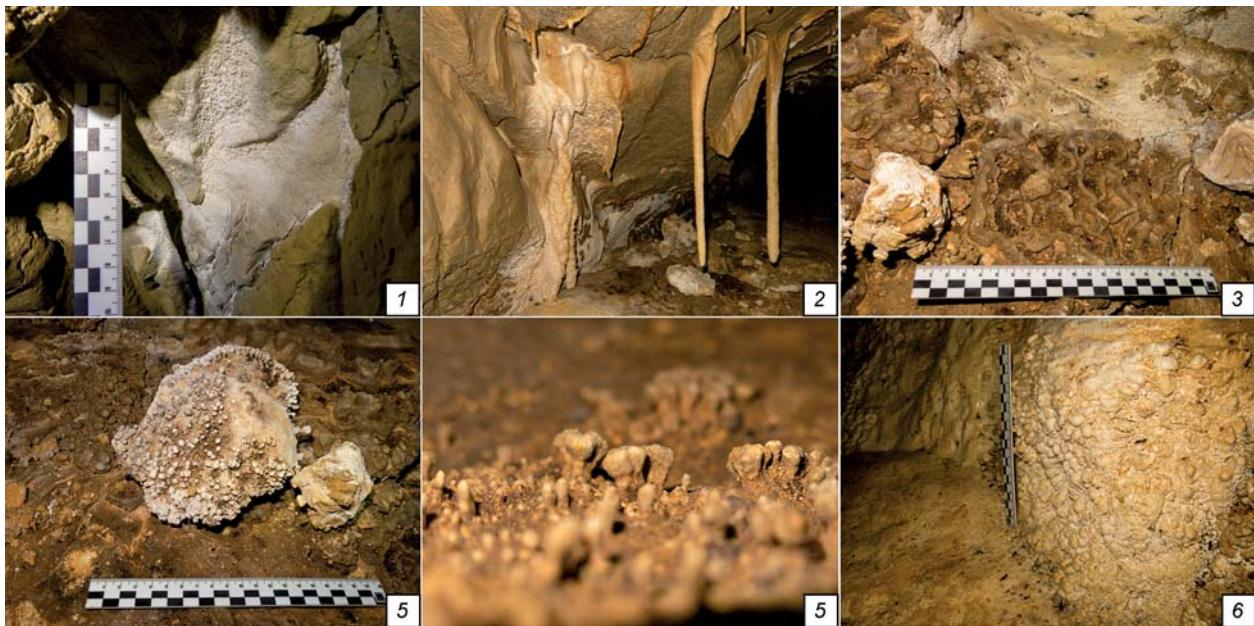


Рис. 3. Спелеотемы в пещере Сурка.

1 – «лунное молоко» (*moonth milk*); 2 – сталактиты; 3 – гуры; 4 – кораллиты; 5 – «грибы на ножках»; 6 – «пещерный попкорн».

гиба открывается коридор длиной 15 м, под широким покатым сводом резко переходящий во влажную зону наиболее активного просачивания внешних вод по скальным трещинам и, как следствие, развитого образования сталактитов, сталагмитов и иных спелеотем.

В 48–50 м от устья полость пещеры сужается до лаза сечением $0,8 \times 1,0$ м. Стены и свод влажные, покрыты водяной пленкой. Каплепадение напрямую зависит от интенсивности атмосферных осадков, по наблюдениям, пятикратно увеличиваясь в дождливый период. Желтовато-бежевая корочка натечного кальцита толщиной 1–2 мм, практически полностью покрывающая свод и стены, также указывает на активное просачивание метеорных вод в полость. Рыхлые отложения на этом участке перекрыты навалом известнякового обломочного материала, который вместе с осадком скементирован бронирующей коркой натечных образований мощностью до 10 см. На отдельностях известняка и в пристеночных частях полости развиты кораллиты и микрокораллиты (рис. 3, 4), влажное рыхлое творожистое «лунное молоко»; реже встречаются спелеотемы типа «грибы на ножках» (рис. 3, 5) и «пещерный попкорн» (рис. 3, 6). Здесь же находятся наиболее крупные в пещере сталактиты длиной до 0,6 м. Помимо удлиненных сталактитов-трубок [Максимович, 1965], отмечены многочисленные сталактиты-«шторы» и сталактиты с драпировками, имеющие широкое уплощенное основание (рис. 3, 2).

В понижениях корки натечного кальцита образуются лужицы размерами до $0,3 \times 0,4$ м, глубиной до 0,15 м, с температурой воды $5,9^{\circ}\text{C}$, на дне которых накапливаются тонкие карбонатные фракции. О периодическом изменении уровня воды в пещере свидетельствуют обнаруженные на плоской поверхности пола гуры с вол-

нообразными бортами-плотинками высотой до 1 см, в настоящее время водой не заполненные (рис. 3, 3).

После лаза, где отмечены первые сталактиты, ход поворачивает под 90° направо (на северо-запад) и открывается в просторный Зал Сталактитов протяженностью 10,7 м. Максимальная высота стрельчатого свода достигает 2,9 м, ширина зала не превышает 1,4 м. Здесь наиболее ярко выражены спелеотемы, продолжающие активный рост. Массивные сталактиты-«шторы» и сталактиты с драпировками, сформированные по крупной трещине в осевой части свода, местами соединяют потолок и стены пещеры. Спелеотема *moonth milk* представлена сырой творожистой густой пластичной массой. Под крупными сталактитами иногда встречаются сталагмиты начальной стадии роста. В местах сильной трещиноватости и наибольшего скопления крупных сталактитов стены полностью покрыты прочной коркой натечного кальцита молочно-белого или бежевого цвета. Зона активного проявления спелеотем резко заканчивается в середине Зала Сталактитов. Полость вновь становится сухой, стены и свод эпизодически покрыты натечным кальцитом и мелкими сухими кораллитами.

После Зала Сталактитов пещера резко поворачивает на северо-восток под углом 105° и уходит вниз с наклоном 20° . Здесь проходит условная граница Основной и Глубинной зон пещеры, последняя из которых представляет собой по большей части обильно увлажненный, узкий, искусственно прокопанный ход и начинается тесным крутым лазом длиной 4,6 м. Ход сужается до размеров $0,7 \times 0,4$ м, свод из стрельчатого переходит в арочный. Пол сложен рыхлым рыже-коричневым суглинком, насыщенным мелкими обломками натечных кальцитовых образований.

В конце лаза полость поворачивает на 75° к западу и далее продолжается под уклоном 15° , переходя в Дальний коридор. Влажный свод Глубинной части пещеры покрыт мокрой сцепментированной натечной кальцитовой коркой мощностью до 2 мм; стены блестят от просачивающейся воды. Продольные трещины на левой (южной) коренной стене местами заполнены мелким кристаллизованным «лунным молоком».

Полость Дальнего коридора достигает максимальной высоты 1,2 м и ширины 0,9 м. Помимо оснований мелких обломанных сталактитов-трубок примечателен крупный, длиной 48 см, толщиной до 12 см, сталактит, растущий на своде в восточной части коридора. Наличие такого массивного сталактита свидетельствует о том, что эта часть пещеры длительное время находилась в субазральной зоне и была свободна от рыхлого заполнителя до того, как в начале XXI в. был прокопан лаз. Пол здесь и далее вглубь пещеры сложен тяжелыми суглинками с включениями фрагментов разбитых натечных образований и обломков известняка. Сложно установить, какая часть заполнителя является выбросом из дальней части пещеры, связанным с расширением хода, а какая залегает *in situ*.

Дальний коридор, сужаясь к узкому лазу 3, уходит вниз под углом 20° и поворачивает на 90° к северу. Лаз сечением $0,5 \times 0,4$ м и длиной 8,4 м в срединной части расширяется до 1 м. Мокрый тяжелый суглинок, местами обводненный до стоячих лужиц воды, выстилает пол; заполнитель насыщен конкрециями сцепментированной глины, редкими костями мелких позвоночных.

Лаз 3 переходит в небольшой коридор, уходящий вверх под углом 25° . Свод стрельчатый, по левой (южной) стене скала разбита продольными трещинами, вследствие чего от нее отделились удлиненные плиты, покрытые тонкой коркой натечного кальцита. Зияющие трещины не заполнены цементом, а мелкие плиты легко отходят от стены.

Следующие 12,4 м полость представляет собой узкий лаз, круто уходящий вверх под увеличивающимся углом от 25 до 50° . В наиболее узкой части высота лаза не превышает 0,4 м. Зоны трещиноватости в коренном известняке отмечены здесь и на правой (северной) стене, которая разбита на мелкие плитки толщиной 3–4 см. Продольный профиль свода соответствует профилю пола. Это дает основание предполагать, что современная морфология лаза предопределена карстовыми процессами, а не аккумуляцией перекрывающих скальное основание рыхлых отложений.

Через 10 м вглубь лаза конфигурация полости существенно меняется. Правая (восточная) стена представлена коренной породой, а левая (западная) и частично свод сложены глыбовым навалом, сцепментированным суглинистым дресвянисто-щебнистым заполнителем и натечными образованиями. Ход приобретает вид узкой субвертикальной расщелины. Круто поднимающийся лаз выводит на небольшую,

искусственно созданную площадку, где упирается в тупик не прокопанных далее рыхлых отложений.

В настоящее время карстообразование в пещере Сурка не происходит, в современном рельефе не отмечено проявлений карстовых форм, вследствие чего полость можно рассматривать как реликтовую. В срединной части пещеры, в 50 м от устья, формируются особые спелеоформы, в реликтовом виде обнаруженные в шурфе – корочки натечного кальцита, карбонатные конкреции, сталактиты. Процесс их обрушения со стен и захоронения связан, вероятно, с отступлением пещеры в результате склоновой денудации. Таким образом, расстояние от входа в пещеру до влажной зоны формирования спелеоформ можно рассматривать как шкалу времени, связывающую стадиальность развития и преобразования карстовых полостей с историей развития эрозионно-денудационного рельефа бассейна р. Ануя.

В приустьевой сухой зоне пещеры, где обнаружены археологические материалы, наблюдаются признаки бывшей ранее увлажненности – сухой отвердевший *moondust*, литифицированные кораллиты, борозды растворения. Присутствие «лунного молока» свидетельствует об активной фильтрации поверхностных и подземных вод, а прекращение его развития, коркообразование и переход в твердое состояние – о прекращении постоянного поступления воды в полость [Кондратьева, Полевская, 2017]. Обособленность отдаленных от входа зон карстовой полости многочисленными поворотами хода затрудняет проникновение внешнего воздуха в глубинную часть, способствуя сохранности спелеоформ.

Микроклиматический феномен наблюдается на участке активного роста спелеоформ. Температура воздуха, равномерно понижающаяся по мере продвижения вглубь пещеры, в переходной от сухой к влажной зоне полости резко перестает падать и начинает расти. В той части, где встречены первые сталактиты, температура составляет $7,0^\circ\text{C}$, а к началу Зала Сталактитов возрастает до $8,3^\circ\text{C}$. Максимального значения в $9,2^\circ\text{C}$ температура воздуха достигает в конце зала, где разница с сухой областью пещеры составляет $2,3^\circ\text{C}$. Относительная влажность воздуха при этом продолжает постепенно расти, достигая 96 % в районе Зала Сталактитов. При отсутствии внешнего притока теплого воздуха температура в Зале Сталактитов может повышаться из-за близости стен и/или свода к дневной поверхности, что объясняет повышенную проницаемость пород для атмосферных вод. Предварительное исследование показало, что зона активного роста спелеоформ приурочена к субвертикальным уступам, оконтуривающим скальный массив, в котором выработана пещера Сурка.

Наиболее удаленная от современного входа часть пещеры, где свод сложен глыбовым навалом и рыхлыми отложениями, а не коренной породой, может свидетельствовать о существовании другого выхода, погребенного древним обвалом или склоновыми

процессами. Обращает на себя внимание гладкий, заложенный до воскового блеска известняк коренной стены с черно-коричневой пленкой на поверхности, в других зонах пещеры не отмеченный. Происхождение такой заполировки в пещерах связывают с истиранием породы от частого контакта с шерстью пещерных медведей, вследствие чего образуются так называемые медвежьи полиры (*Bärenschliffe*), когда скала со временем становится гладкой и приобретает характерный блеск [Diedrich, 2013]. Медведь является важной частью тафоценозов крупных млекопитающих алтайских пещер [Природная среда..., 2003], а в пещере Сурка обнаружены коронки молочных зубов *Ursus arctos* [Агаджанян, 2007].

Возникновение пленки специфического темно-коричневого цвета на поверхности долгое время экспонируемых коренных пород традиционно объясняют появлением так называемого пустынного загара, состоящего главным образом из гидроокислов железа и марганца, включений глинозема и кремнезема и формирующегося в результате попеременного увлажнения и высыхания горных пород [Геологический словарь..., 1978]. Дистальная часть пещеры при наличии второго входа действительно могла испытывать периодические колебания влажности и иссушения, способствующие миграции и осаждению железомарганцевых соединений на поверхности коренной стени. Последующее перекрытие входа массой обвально-осыпных отложений способствовало консервации и сохранению пленки темноцветных новообразований.

Таким образом, особенности внутренней морфологии пещеры Сурка – горизонтальность большей части галерей, величина проходных залов, наличие обширных сухих зон и, предположительно, нескольких входов – демонстрируют, что длительное время пещера могла быть доступна для посещения животными и человеком. Дальнейшие исследования карстового объекта, содержащего в стратифицированных рыхлых отложениях археологические и фаунистические материалы, способствуют развитию представлений о генезисе пещерных полостей Алтая как среды обитания древнего человека.

Благодарности

Работа выполнена в рамках проекта «Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования (ГЗ)», номер ЦИТИС: 121040100323-5.

Список литературы

Агаджанян А.К. Позвоночные позднего плейстоцена из пещеры Сурка в долине Ануя (Горный Алтай) // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2007. – Т. XIII. – С. 4–7.

Геологический словарь: в 2 т. Т. 1. / отв. ред. К.Н. Паффенгольц; 2-е изд., испр. – М.: Недра, 1978. – 487 с.

Кондратьева Л.М., Полевская О.С. Микроорганизмы и образование спелеотемы «лунное молоко» в карстовых пещерах // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». – 2017. – Т. 9, № 2. – С. 152–165. doi:10.24855/BIOSFERA.V9I2.357

Максимович Г.А. Генетический ряд натёчных отложений пещер (карбонатный спелеолитогенез) // Пещеры. – 1965. – Вып. 5 (6). – С. 3–22.

Панин А.В. Методы палеогеографических исследований: четвертичная геохронология: уч. пособие. – М.: Географ. фак-т МГУ, 2014. – 114 с.

Природная среда и человек в палеолите Горного Алтая / А.П. Деревянко, М.В. Шуньков, А.К. Агаджанян, Г.Ф. Барышников, Е.М. Малаева, В.А. Ульянов, Н.А. Кулик, А.В. Постнов, А.А. Аноин. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2003. – 448 с.

Diedrich C.G. Evolution, horst, taphonomy and predators of Rübeland cave bears, Harz (Saxony-Anhalt) // Mitteilungen des Verbandes der Deutschen Hohlen- und Karstforscher. – 2013. – Vol. 59. – P. 4–29.

Hill C.A., Forti P. Cave minerals of the world (second edition) // NSS. Huntsville, Alabama. – 1997. – 463 p.

References

Agadzhanyan A.K. Pozvonochnye pozdnego pleistotsena iz peshchery Surka v doline Anuya (Gornyi Altai). In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2007. Vol. XIII. P. 4–7. (In Russ.).

Derevianko A.P., Shunkov M.V., Agadzhanyan A.K., Baryshnikov G.F., Malaeva E.M., Ulyanov V.A., Kulik N.A., Postnov A.V., Anoikin A.A. Prirodnyaya sreda i chelovek v paleolite Gornogo Altaya. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2003. 448 p. (In Russ.).

Diedrich C.G. Evolution, horst, taphonomy and predators of Rübeland cave bears, Harz (Saxony-Anhalt). *Mitteilungen des Verbandes der Deutschen Hohlen- und Karstforscher*, 2013. Vol. 59. P. 4–29. (In Germ.).

Hill C.A., Forti P. Cave minerals of the world (second edition). NSS. Huntsville, Alabama, 1997. 463 p.

Kondrateva L.M., Polevskaya O.S. Mikroorganizmy i obrazovanie speleotemy «lunnoe moloko» v karstovyykh peshcherakh. *Mezhdisciplinarnyyi nauchnyi i prikladnoi zhurnal «Biosfera»*, 2017. Vol. 9, No. 2. P. 152–165. (In Russ.). doi:10.24855/BIOSFERA.V9I2.357

Maksimovich G.A. Geneticheskii ryad natechnykh otlozhennykh peshcher (karbonatnyi speleolitogenes). *Peshchery*, 1965. Iss. 5 (6). P. 3–22. (In Russ.).

Paffengolts K.N. (ed.). Geologicheskii slovar' v dvukh tomakh. Moscow: Nedra, 1978. Vol. 1. A – M. 487 p. (In Russ.).

Panin A.V. Metody paleogeograficheskikh issledovanii: chetvertichnaya geokhronologiya: uchebnoe posobie. Moscow: Geograficheskii fakul'tet MSU, 2014. 114 p. (In Russ.).

Деревнина А.С. <https://orcid.org/0000-0003-1434-3875>

Ульянов В.А. <https://orcid.org/0000-0002-7798-0399>

Козликин М.Б. <https://orcid.org/0000-0001-5082-3345>

Дата сдачи рукописи: 25.10.2025 г.