

Пещера Близнец и ее отложения (Приморский край)

Юрий Игоревич БЕРСЕНЕВ¹,
кандидат геолого-минералогических наук
YBersenev-zov@mail.ru

Эрнестина Витальевна АЛЕКСЕЕВА²
кандидат биологических наук
ernestinaa@list.ru

¹Приморское отделение Русского географического общества (Общество изучения Амурского края), Владивосток, Россия

²Териологическое общество при РАН, Ижевск, Россия

Аннотация. Пещера находится на склоне хребта Лозовый, Южный Сихотэ-Алинь. Она является естественной ловушкой, у самого ее входа находится колодец. Отложения на дне колодца раскопаны на глубину 7.6 м. Статья посвящена результатам изучения вскрытых отложений, прежде всего пещерных натечков. В разрезе не зафиксировано длительных перерывов в осадконакоплении, за исключением горизонта 7.0–6.8 м, где весьма вероятен размыв отложений с выносом за пределы колодца. Установлены многочисленные случаи образования маленьких стоячих и слабопроточных водоемов и водотоков. Вскрыто большое количество обломков, разнообразных по генезису и морфологии натечных форм (хемогенных отложений). Показано отсутствие длительных перерывов в натечкообразовании. Скорости роста натечков существенно различались, что указывает на неоднократные изменения микроклимата полости. Изменения скорости осадконакопления и микроклимата, фиксируемые в верхней части разреза, связаны в первую очередь с изменениями площади входного отверстия. Вскрытие экзогенными процессами полости произошло, когда уровень пола в колодце был на отметке около 3 м. Когда он был на отметке 2.6–2.5 м, размеры входа существенно увеличились. До этого полость развивалась практически как слепая – не было прямого воздействия условий поверхности на микроклимат внутри. Входное отверстие, близкое по размерам к существующему в настоящее время, образовалось, когда уровень дна колодца находился на отметке от 0.8 до 0.5 м. Верхние горизонты 0–2.9 м соответствуют голоцену; нижележащие имеют позднеплейстоценовый возраст. Возможно, самый нижний горизонт 7.6–7.0 м формировался в среднем плейстоцене.

Ключевые слова: пещера, карст, натечки, отложения, микроклимат

Для цитирования: Берсенев Ю.И., Алексеева Э.В. Пещера Близнец и ее отложения (Приморский край) // Тихоокеанская география. 2024. № 1. С. 68–78. https://doi.org/10.35735/26870509_2024_17_6

Bliznets Cave and its deposits (Primorsky Krai)

Yury I. BERSENEV¹

Candidate of Geological-mineralogical Sciences

YBersenev-zov@mail.ru

Ernestina V. ALEKSEYEVA²

Candidate of Biological Sciences

ernestinaa@list.ru

¹ Primorsky branch of the Russian Geographical Society (Society for the Research of the Amur Region), Vladivostok, Russia

² Theriological Society at the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russia

Abstract. The Bliznets Cave is located on the eastern slope of the Lozovy ridge (southern Sikhote-Alin). It is a typical natural trap because of a pit next to the cave entrance. The original depth of the pit is 8 m. The sediments at the bottom of the pit have been extracted and analysed to a depth of 7.6 m. The article describes the results of a geological study of the exposed deposits and especially of the speleothems. There are no prolonged hiatuses recorded within the sediments except for the 7.0-6.8 m horizon where there might be some scouring of sediments. Numerous cases of the formation of small stagnant and low-flow reservoirs and watercourses have been revealed. During the excavation a large number of fragments of speleothems of various genesis and morphology were uncovered. There were no long breaks in their formation. The growth rates of the speleothems varied significantly. This indicates repeated changes in the microclimate of the cavity. In the upper part of the section, the sedimentation rates in the pit were significantly higher than in its lower part. That is primarily due to the evolution in the subsequent increase in size of the cave entrance. The opening of the cavity by exogenous processes occurred when the floor level in the pit was at approximately -3 m. When it was at the level of 2.6-2.5 m from the original bottom of the pit, the size of the entrance increased significantly. It was found that prior to that, the surface conditions had no direct impact on the microclimate inside the cavity. The upper layers of 2,9 -0 m were formed in Holocene and the lower horizons in the Late Pleistocene. The lowest horizon of 7.6 - 7.0 m might have been formed in the middle Pleistocene.

Keywords: cave, karst, speleothems, sediments, microclimate, Russian Far East

For citation: Bersenev Yu.I., Alekseyeva E.V. Bliznets Cave and its deposits (Primorsky Krai). Pacific Geography. 2024; (1):68-78. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2024_17_6

Введение

Карстовые пещеры, находящиеся в неактивной стадии развития, являются идеальными литологическими ловушками, накапливая и сохраняя стратиграфическую летопись различных природных процессов и артефакты. Количество энергии природных процессов в таких пещерах так мало, что малейшие изменения фиксируются в натечных (хемогенных) и осадочных образованиях. Так как в пещерах избыток кальция, в них отлично сохраняются костные остатки. Результаты изучения пещерных отложений существенно дополняют возможности для реконструкции палеоландшафтов и эволюции климата [1–4].

Пещера Блинец расположена в южной части Приморского края, на восточном склоне хребта Лозовый (до 1972 г. – Чандолаз), вытянутого в северо-восточном направлении на 6.5 км. Хребет сложен рифогенными известняками чандалазской свиты позднепермского возраста. Известняки отличаются химической чистотой. Это обуславливает широкое развитие здесь различных, в основном реликтовых, карстовых форм. Входное отверстие пещеры находится на южном склоне небольшого отрога хребта (рис. 1). Абсолютная отметка

входа – 270 м. Превышение входа над ближайшим ручьем 60 м. Данный ручей начинается в виде незамерзающего источника – воклюза. В 1 км к северу от входа в пещеру Близнец на хребте располагается карстовый понор, находящийся на дне обширной (около 2 га) замкнутой карстовой котловины. Понор отводит атмосферные осадки вглубь карстового массива. В результате многолетних раскопок понора спелеологам удалось проникнуть в активную полость (пещ. Романтиков). Ее протяженность, доступная для перемещения человека, составляет 154 м, глубина 74 м (топосъемка А.В. Гретченко и др.). Полость характеризуется очень узкими ходами, образовавшимися за счет расширения трещин. Натечные образования здесь не обнаружены. Полость опасна. Во время сильных дождей заполняется водой. Понор, исследованная полость под ним и воклюз свидетельствуют, наряду с другими фактами, о существовании на данном участке унаследованно развивающейся разветвленной карстовой системы. У краев карстовой котловины располагаются 4 пещеры [5]. Все они древние, сформировавшиеся в иных геоморфологических условиях и были генетически связаны с котловиной в период ее формирования. Проведенные исследования отложений котловины показали, что она формировалась в условиях более теплого климата, предположительно в плиоцене [6]. Южная часть хребта характеризуется крутыми и отвесными скальными склонами. В северной части хребта, наиболее удаленной от берега моря, преобладают задернованные поросшие лесом крутые (около 45°) склоны.



Рис. 1. Восточный склон хребта Лозовый, вид от с. Екатериновка. *Фото Ю.И. Берсенева*
Красная стрелка – местоположение пещеры Близнец

Fig. 1. Eastern slope of the Lozovyy Ridge. *Photo by Yu. Bersenev*
Red arrow – the Bliznets Cave

На хребте Лозовом встречаются различные фитоценозы. Здесь чередуются дубовые редколесья, кустарниковые и высокотравные заросли, широколиственные и хвойно-широколиственные леса. Безлесные участки заняты лугами. Значительную часть составляют каменистые осыпи и скалистые утесы. Всего на хребте выявлено 448 видов сосудистых растений [7]. Лес на восточных склонах хребта Лозового, где располагается пещера, вторичный, пирогенный, представленный в основном дубом монгольским. На него огромное влияние оказывают периодические низовые пожары, приходящие с полей, располагающихся по долинам в нескольких километрах южнее и восточнее хребта. По долинам ручьев, в условиях повышенной влажности, местами заболоченности, сохранились куртины многопородного широколиственного леса.

Вход в пещеру располагается в нижней части склона. Выше него склон хребта крутой, преимущественно задернованный, с маломощными хорошо дренированными почвами.

Вблизи него (на 30 м ниже) начинается резкое выполаживание гребня увала, где существенно увеличивается мощность почв и их увлажнение, а в 60 м ниже располагается быстро расширяющаяся долина ручья. До сельскохозяйственного освоения этого района и сопровождавших его лесных пожаров именно вблизи входа в пещеру проходила граница различных типов растительности. Из сказанного следует, что вследствие весьма расчлененного рельефа местности в районе входа в пещеру стыкуются различные растительные сообщества, характеризующиеся приуроченностью к разным фациальным условиям и характерные для различных микроклиматических условий.

Пещера Близнец по генезису коррозионно-эрозионная [6]. Морфологически выделяются три ее элемента: карстовый колодец; горизонтальный ход, идущий по тектонической трещине северо-северо-западного простирания и каскадно-нисходящая полость, образовавшаяся по тектонической трещине северо-восточного простирания (рис. 2). В 1972 г. Ю.И. Берсеным была сделана детальная топоъемка (М 1 : 100) и описание [8]. Общая длина пещеры 66 м, глубина 17 м, амплитуда 19 м; площадь 46 м²; объем 155 м³; удельный объем 2.3 м³/м. Вход в пещеру располагается в основании отвесного скального выступа (обнажения) и в настоящее время имеет высоту 1.8 м при ширине 1.0 м. Сразу под кромкой свода начинается вертикальный карстовый колодец. Таким образом, рядом с входом отсутствует площадка, имеющая свод. Это очень важно – при существующих рельефе поверхности склона и морфологии входа часть склоновых отложений (делювий и коллювий) попадала в колодец. На своде над колодцем и его стенах находятся древние выветрелые, потерявшие форму сталактиты и натечные коры. Они формировались в условиях, когда от колодца до входа было значительное расстояние или входного отверстия не существовало. В современных климатических условиях Приморского края для формирования натечков в пещерах необходима удаленность от входа (высокая влажность и положительные температуры) [6]. То есть после того, как указанные натечные образования сформировались, привходная часть пещеры была уничтожена склоновой денудацией. В противоположной от входа стене колодца под сводом начинается горизонтальный ход длиной 17 м с едва проходным (искусственно расширенным) боковым лазом (находящимся в 14 м от входа), приводящим в каскадно-нисходящую полость.

Благодаря узкому отверстию, соединяющему каскадно-нисходящую полость с поверхностью, в ней наблюдается постоянный микроклимат с 98–100%-ной влажностью и температурой +4 °С, способствующий широкому развитию хемогенных (натечных) отложений. Пол здесь покрыт натечной корой с многочисленными гуррами. Часть гуровых ванночек постоянно обводнена. В них до нашествия туристов формировались многочисленные пизолиты различной формы – редкие для пещер Дальнего Востока образования. Широко распространены кораллиты. Имеются также сталактиты,

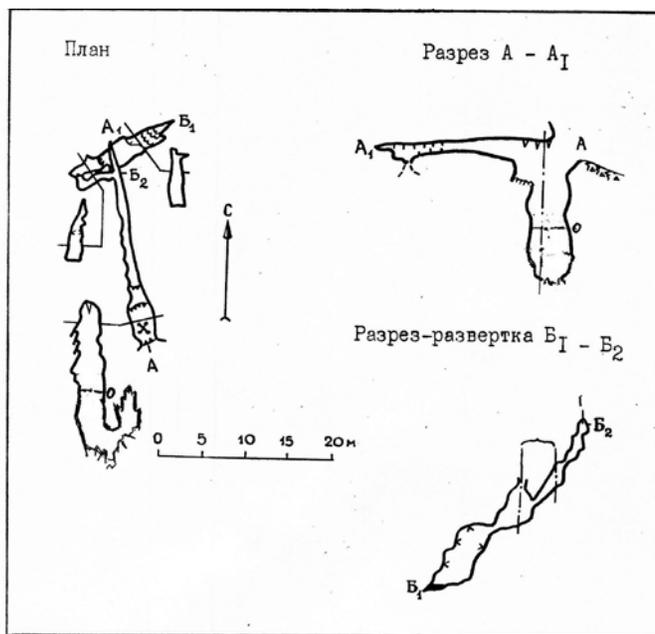


Рис. 2. План и разрез пещеры Близнец
Fig. 2. Plan and section of the Bliznets Cave

сталагмиты, единичные сталагнаты, занавеси и лунное молоко (mondmilch). Из сказанного видно, что химический состав известняков и современные микроклиматические условия весьма благоприятны для роста натечных образований на удалении от входного отверстия в пещеру (в дальней ее части).

Материалы и методы

Пещера Близнец является одной из самых известных на Дальнем Востоке [1]. Известность пещеры связана с тем, что в ней в период с 1973 по 1980 г. под руководством Э.В. Алексеевой (в то время сотрудником БПИ ДВО РАН) были проведены раскопки. Они проводились во входном колодце, имеющем вертикальные с небольшим отрицательным углом (расширяющиеся книзу) стены. Размеры в верхней части 1.2×2.5 м, на дне (до раскопок) – 1.3×3.0 м. Изначальная глубина колодца от уровня входа – 8 м. Максимального размера (до 3.6 м) колодец достигает на отметке 11 м. Дно колодца до раскопок было покрыто обвальными отложениями – глыбами известняка и обломками древних натечков. Вследствие расположения колодца в непосредственной близости к поверхности и его морфологии после формирования входного отверстия пещеры он служил ловушкой – в колодец эпизодически попадали различные животные, которые выбраться из него уже не могли. Их костные остатки накапливались на дне колодца.

При раскопках грунт выбирался слоями мощностью 10 см на площади, разбитой на метровые квадраты. Грунт промывался. Все образцы аккуратно отбирались Э.В. Алексеевой и тщательно фиксировались по месту взятия.

На глубине 14.7 м от уровня входа были вскрыты крупные обральные отложения – глыбы натечков и известняка. Здесь некогда существовал выход на поверхность. В боковой стенке под глыбами имелись остаточные отложения, где удалось углубиться еще на 2 м. Глубина раскопанной части в итоге составила 7.9 м. При этом сбоку колодца была вскрыта слепая (не имевшая до раскопок связи с поверхностью) полость высотой 6.5 м с поперечными размерами 3.5×2.5 м.

Поднятый в ходе раскопок палеонтологический материал достаточно хорошо изучен [9–13]. Однако не все полученные результаты исследований опубликованы. Отложения пещеры изучали д.г.-м.н. А.М. Короткий и к.г.-м.н. Ю.И. Берснев (ТИГ ДВО РАН). Настоящая статья посвящена анализу условий формирования вскрытых раскопками отложений на основании изучения найденных среди них натечных форм. При этом в основном учитывались натечки, время формирования которых соответствует или несущественно отличается от времени накопления материала интервала, их включающего. Температура указывается относительно ныне существующей в дальней части пещеры (около $+4$ °С). Информация по температурным условиям в пещере дана на основании оценки условий формирования натечных образований в пещерах Дальнего Востока в голоцене и их морфологии. Скорость роста натечков в пещерах Приморья известна [6].

Результаты и обсуждение

Строение разреза пещерных отложений, особенности натечных образований и изменение микроклимата. Характеристика отложений дана поинтервально. Описание дано снизу вверх. За 0 м взят уровень дна колодца на момент начала раскопок (-8 м от уровня входа).

7.6–7.0 м. Темная красно-бурая плотная глина с обломками известняков и натечков. По генезису глина остаточная (преобладает нерастворимый остаток от выщелачивания известняков). В момент формирования нижней части интервала в полости имелся небольшой водоток, существовавший продолжительное время. В верхней части интервала об-

ломки натечной коры розоватого цвета с большим удельным весом и большими варвами (слоями роста) в коричневато-светло-буром суглинке. Из аналогии с другими пещерами мира можно говорить, что она формировалась при температурах, значительно превосходящих ныне существующие.

7.0–6.0 м. В нижней части интервала суглинок беловато-коричневый с высоким содержанием обломочного материала – водно-механические отложения, свидетельствующие о наличии подземного водотока. В горизонте 6.7–6.6 м слой глины красно-бурой с обломками натечков, плотно сцементированных известковым тестом. Этот слой формировался в условиях 100%-ной влажности и повышенной температуры. Во время формирования горизонта 6.5–6.3 м температура была пониженной. Фиксируемое понижение температуры можно объяснить наличием в это время доступа наружного воздуха через второе входное отверстие. Оно было обнаружено в интервале 6–5 м. Отверстие фиксируется по тяге воздуха и наличию насекомых на стенах субгоризонтального лаза, идущего по направлению к поверхности и заваленного глыбами. В момент формирования вышележащего горизонта этот вход был перекрыт делювием и уже не играл роли в микроклимате пещеры. В верхней части интервала слой суглинка беловато-коричневого и беловато-розового, обильно насыщенного с обломками натечков. Натечки древние, раскристаллизованные, повторно выщелоченные. В этом интервале находится глыба (100 × 60 × 70 см) сцементированных лунным молоком обломков известняков, сталактитов, сталагмитов и натечной коры. Глыба длинной осью примыкает к стене колодца. Эта глыба – фрагмент существовавшего в пещере натечного пола, формировавшегося гипсометрически выше, вероятно, на глиняном полу, впоследствии размытом ранее указанным водотоком, что привело к его разрушению и обрушению данной глыбы.

6.0–5.0 м. Внизу слой мощностью до 15 см глины красно-бурой с обломками различных натечков, плотно сцементированных лунным молоком. Выше он переходит в слой (до 60 см) беловато-бурой карбонатной супеси, местами слабосцементированной лунным молоком с мелкой и средней горизонтальной слоистостью. По всему этому слою многочисленные обломки натечков и, реже, коренных известняков. Натечки древние, раскристаллизованные, повторно выщелоченные. В середине интервала найдено несколько одинаковых небольших сталактитов (брчков). Их нахождение в одном слое говорит с большой вероятностью о небольшом землетрясении, вызвавшем их обрушение (землетрясение могло быть локальным, обусловленным карстовыми процессами). В верхней части интервала слой остроугольных обломков коренных известняков. Выше залегает слой супеси красновато-бурой с обломками раскристаллизованных натечков – коры и сталактитов. Наблюдаемые формы образовались в условиях высокой влажности. Временами существовали небольшие водоемы (лужи) и водотоки (во время формирования горизонтов 5.7 и 5.1 м). Температура воздуха в период формирования нижнего слоя была повышенной. Во время формирования средней части интервала температура понизилась. При этом в колодце было выраженное движение воздуха. Во время формирования верхней части интервала температура опять постепенно начала повышаться.

5.0–4.0 м. В основании интервала слой мощностью 10–15 см, состоящий из крупных обломков натечной коры. Выше залегает суглинок красновато-бурый с высоким содержанием обломков натечков и коренных известняков, местами сцементированных известковым тестом. Мощность слоя до 20 см. Он перекрыт карбонатной супесью, белой, с большим количеством обломков кораллитов, переходящих в сухое лунное молоко, горизонтально-слоистое с обломками сталактитов. В верхней части интервала залегает карбонатная слабосцементированная супесь, насыщенная окатанными обломками натечков (сталактитов и натечной коры) и аллохтонных пород (алевролитов и аргиллитов) с многочисленными оолитами. В слое слабовыраженная горизонтально-волнистая слоистость. Во время формирования интервала микроклимат в полости не был стабильным. Например, в горизонте 4.7 м наблюдаются натечные коры, которые показывают, что микроклимат в полости во время их формирования сильно варьировал: сначала был более сухой и прохладный, затем

влажный, а в верхней части горизонта – с лужицами, в которых происходило образование оолитов. Следы более высокой температуры отмечены на глубинах 4.4–5.0 м. То есть тенденция, наблюдаемая в нижележащем интервале, в целом продолжалась до времени формирования средней части интервала – температура продолжала повышаться. Натечные образования росли быстро – в горизонте 4.5 м в натечных корях варвы относительно большой мощности. Влажность была близка к 100%-ной. В горизонте 4.3 м обнаружены сталактиты, скорость роста которых была ниже, чем у ныне формирующихся, – было холоднее. В верхней части интервала фиксируется наличие временных водоемов. Например, в интервале 4.4 м периодически по стенам струилась вода, а в горизонте 4.1 м обнаружена гуровая ванночка и оолиты, а также галька – окатанные водой натеки. Таким образом, имеются факты, говорящие, что в момент образования горизонтов 4.8 и 4.1 м здесь существовали временные водотоки. Во время формирования этого интервала значительного по размерам входного отверстия еще не существовало – оно практически не влияло на микроклимат на дне колодца. На наличие небольшого входа указывает наличие костных остатков ласточек и находка мелких кусочков древесного угля в интервале 4.1 м.

4.0–3.0 м. В нижней части горизонта лунное молоко с линзами карбонатного песка и гравия, с обломками сталактитов, натечной коры и многочисленными оолитами. Выше слой обломков натечной коры, раскристаллизованной в бурых суглинках. В верхней части интервала бурые суглинки с многочисленными обломками известняков и натеков. На глубине 3.8 м обнаружена гуровая ванночка, свидетельствующая о наличии временных водоемов и небольших водотоков. В этом же горизонте на обломке раскристаллизованного сталактита хорошо видно, что микроклимат изменялся – в начале его роста было менее влажно, чем в конце. В горизонтах 3.7 м и 3.3 м – небольшая галька из натеков. Одновременно во время образования горизонтов 3.5 и 3.2 м водоема и водотока не было – на полу росла натечная кора за счет инфильтрационной капли и формировались небольшие сталагмиты. В нижней части интервала фиксируется понижение температуры воздуха в полости и отсутствие воды на полу пещеры. Вероятно, температурный минимум относится ко времени формирования центральной части этого интервала (3.5 м). Затем температура опять возрастала – в момент формирования верхней части интервала температура была существенно выше +4 °С. Влажность воздуха была близкой к 100%-ной. Эпизодически существовали небольшие водотоки и водоемы. Все это обусловило интенсивный рост кораллитов и лунного молока. Многочисленные обломки известняков и натеков в верхней части разреза, вероятно, связаны с началом формирования ныне существующего входа в пещеру. Его размеры не могли быть большими, так как микроклимат оставался очень влажным, хотя эта часть пещеры располагалась уже достаточно близко к поверхности.

3.0–2.0 м. В нижней части интервала бурые суглинки с многочисленными обломками известняков и натеков, в том числе сталактитов с варвами, схожими с современными. В горизонте 3.0 м вскрыта натечная кора, которая начала формироваться в относительно прохладных условиях. Затем стало существенно теплее, и скорость роста этой натечной коры резко возросла. В горизонте 2.8 м найден фрагмент натечного занавеса, который после падения был перекрыт натечной корой, формировавшейся в условиях 100%-ной влажности. Выше супесь темно-бурая, красноватая, обильно насыщенная кристаллами арагонита от раздробленных раскристаллизованных натеков, обломками натечных кор и коренных известняков. Данные обломки – фрагменты древних натеков со свода и верхней части стен колодца. В середине интервала суглинок темно-бурый гумусированный с обломками известняков, перекрытый слоем натечной коры и известкового туфа. В верхней части интервала белая карбонатная супесь, насыщенная обломками известняков и различных хемогенных образований, формировавшихся преимущественно в позднем плейстоцене (возраст натеков древнее включающих их отложений). Количество обломков коренных известняков существенно изменяется по разрезу. Анализ морфологии и генезиса натеков, соответствующих времени формирования включающих отложений, показывает, что различные слои интервала формировались в разных микроклиматических условиях. Во

время формирования нижних слоев интервала здесь была сравнительно высокая температура. Влажность воздуха у дна – около 100 %, возле свода, откуда падали обломки натеков, – существенно ниже. В то время, когда пол колодца находился на отметке 2.5–2.4 м, произошло обрушение боковой части свода, приведшее к расширению входного отверстия. Это подтверждается увеличением числа обломков коренных известняков, но главное – изменением микроклиматических характеристик полости во время формирования натечных форм, находящихся ниже и выше слоя 2.4–2.5 м. Те натеки, которые находятся выше отметки 2.4 м, формировались в относительно холодных условиях при незначительной влажности. Эпизодически наблюдалось стекание по стенам небольших объемов воды. Объяснить такие изменения микроклимата полости можно лишь эволюцией входного отверстия.

2.0–0 м. Приповерхностный интервал представлен внизу глиной светло-серой с мелким щебнем известняков. На нем залегают глина плотная красно-бурая с мелким щебнем, перекрытая суглинком светло-серым с щебнем. Выше залегают слои плотно сцементированных обломков известняка и натеков, перекрытых у поверхности (0–1 м) темно-серым, до черного суглинком, в верхней части гумусированным, темно-серым, с многочисленными обломками древних (вероятно, позднеплейстоценовых) натеков (преимущественно натечных кор) и глыбами известняка (обвальными отложениями). Указанные слои залегают на нижележащих с резким угловым несогласием, обусловленным их положением относительно направления к поверхности (краю колодца). Цементация обломков известняка и натеков является результатом размягчения упавших обломков сцементированного лунного молока. Натечные коры формировались в холодных условиях, сменившихся более теплыми и влажными. Это отражается в толщине варвов. Натечные коры обрушались со стен и свода колодца. Время их формирования значительно более древнее, чем возраст вмещающих их отложений на дне колодца. Помимо обломков натеков присутствуют обломки коренных известняков, количество которых вверх по разрезу уменьшается. В нижней части имеются многочисленные обломки дегидратированного известкового теста. Оно формировалось, вероятно, на стенах в условиях отсутствия входного отверстия, когда уровень пола в полости на данном конкретном месте располагался на отметках 3.5–3.0 м. Попадание его в горизонт 2.0–1.5 м объясняется обрушением со стен. Обрушение, вероятно, ускорилось с момента образования значительного по размерам входного отверстия, полностью изменившего микроклиматические условия, в том числе появилось морозное выветривание.

В горизонте 2.6 м и выше встречаются мелкие кусочки древесного угля. На поверхности, вероятно, эпизодически возникали лесные и травяные пожары. Отдельные угольки заносились в пещеру. Это стало происходить после того, как входное отверстие достигло нескольких квадратных сантиметров. С ростом размеров входного отверстия количество попадающих в пещеру углей стало возрастать. Из-за увеличения скорости осадконакопления после образования большого входного отверстия даже при той же периодичности лесных пожаров интервалы между слоями с кусочками угля увеличились. В верхней части разреза (1.2 м и выше) встречаются обломки древесины и тонких веток.

Палинологический анализ. В палинологической лаборатории ДВТГУ (г. Хабаровск, начальник Л.И. Лукашова) в 1980 г. были проанализированы 50 проб из этой пещеры. Пыльцу и споры удалось выделить из 11 образцов, взятых из горизонтов 3.6; 4.3; 4.4; 4.5; 5.0; 5.2; 7.6 м. Все пробы очень «бедные», просматривался весь продукт мацерации. Наиболее полно в количественном отношении во всех пробах представлена группа спор. Пыльцы мало. По всему разрезу встречена пыльца умеренно-теплолюбивых древесных пород. Спектры всех проб очень бедны, поэтому говорить о возрасте содержащих их отложений на основании палинологического анализа не представляется возможным. В связи с тем, что в момент формирования указанных выше интервалов, из которых отобраны пробы на палинологический анализ, большого входного отверстия не существовало, основная часть пыльцы поступала в полость за счет смыва поверхностными и подземными водами.

Очевидно был разрыв между временем формирования пыльцы и спор и поступления их в осадок. Учитывая, что размеры спор и пыльцы весьма малы, они могут переноситься карстовыми водами на значительные расстояния, и их размерность (как правило, от 10 до 200 мкм) также может влиять на состав спектра в том или ином интервале. Во всех пробах в интервале 4.5–3.6 м присутствует пыльца древесных пород и кустарников (18 таксонов). В нижележащем интервале 5.0–4.5 м спорово-пыльцевые спектры значительно менее репрезентативны и характеризуются преобладанием спор (зеленые мхи, папоротники, плауны) с минимальным содержанием древесной пыльцы. В интервале 5.2–5.3 м споры и пыльца единичны. В спектрах некоторых проб встречена единичная пыльца теплолюбивых реликтов третичного времени: *Tsuga* (интервалы: 4.3; 7.6 м) и *Taxodiaceae* (определена неточно, интервалы 4.5 и 7.6 м). По всей видимости, данная пыльца является переотложенной – перенесенной подземными карстоформирующими водными потоками, вероятно, из указанной ранее вышележащей карстовой котловины. Этот вывод делается на основании того, что пыльца этих растений соседствует со спорово-пыльцевым спектром, характерным для всего разреза.

Радиоуглеродное датирование. В интервале 0.7–3.3 м от уровня пола колодца были отобраны кости животных, радиоуглеродное датирование которых было проведено в 1977 г. в лаборатории геохронологии Института геологии и геофизики СО РАН. Абсолютный возраст с высокой надежностью составил 9995 ± 65 лет и 11965 ± 65 (СО АН 1550). В 2002 г. из горизонтов 2.9 м и 3.0 м были проанализированы кости. Их абсолютный возраст составил 11060 ± 110 и 12100 ± 360 лет соответственно (Ку-107 и Ку-108). То есть датировки, сделанные спустя 25 лет на более современном оборудовании, сопоставимы с ранее полученными данными.

Заключение и выводы

Проведенные исследования показали, что вскрытые в колодце пещеры Близнец отложения характеризуются неоднородностью литологического состава и условий формирования. В разрезе не зафиксировано длительных перерывов в осадконакоплении, за исключением горизонта 7.0–6.8 м, где весьма вероятен размыв отложений с выносом за пределы колодца. Вынос мог осуществляться по обнаруженному в интервале около 6 м выходу на поверхность. Вполне можно допустить, что этот субгоризонтальный ход ранее был значительно больше и впоследствии был кольматирован.

В пещере не зафиксировано длительных перерывов в натечкообразовании. В разрезе вскрыто огромное количество разнообразных по генезису и морфологии обломков натечных образований (хемогенных отложений). Значительная часть из них существенно старше по возрасту тех отложений, в которых они были вскрыты. Обрушение натечных образований происходило прежде всего за счет стекания по стенам колодца воды, которая выщелачивала натечи, ранее сформировавшиеся (в основном позднеплейстоценового возраста) по раскристаллизованным сериям варвов.

Анализ натечных образований показывает неоднократные изменения микроклимата полости. Изменения влажности и температуры, фиксируемые в верхней части разреза, связаны во многом с изменениями конфигурации входного отверстия. При небольшом входном отверстии колодец аккумулирует снег и фирн, в него стекает холодный воздух и задерживается там. Поэтому в нем объективно температура ниже, чем в дальней части пещеры. Современные большие размеры входного отверстия обуславливают, наоборот, прогрев полости в июле–августе и начале сентября, что объясняет отсутствие льда, но низкая влажность не способствует росту натечных образований.

В отложениях пещеры фиксируются многочисленные случаи образования маленьких стоячих и слабопроточных водоемов и водотоков.

Входное отверстие, близкое по морфологии к существующему в настоящее время, об-

разовалось, когда уровень дна колодца находился на отметке от -0.8 до -0.5 м. С этого момента скорость осадконакопления в колодце возросла за счет плоскостного смыва. В полость стал поступать в большом количестве гумус. Перед этим было первое крупное обрушение свода с образованием достаточно большого входного отверстия, в результате чего микроклимат полости стал меняться, что отразилось на росте натечных образований. Это произошло, когда уровень пола в колодце был на отметке около -1.0 м. Между этими двумя событиями был достаточно большой промежуток времени, в течение которого сформировался слой желто-бурого суглинка. Отложения, лежащие ниже отметки -1 м отличаются малой скоростью осадконакопления и представлены плотной красно-бурой глиной с мелким щебнем. Когда уровень пола в колодце был на отметке $2.6-2.5$ м, размеры входа существенно увеличились. Вскрытие экзогенными процессами полости произошло, когда уровень пола в колодце был на отметке около -3 м. До этого полость развивалась практически как слепая, не имеющая прямого воздействия условий поверхности на микроклимат внутри.

Отсутствие явных перерывов в натечкообразовании, связанных с ледниковыми периодами позднего плейстоцена, можно объяснить отсутствием входного отверстия.

С большой долей вероятности можно говорить, что основная часть пылицы и спор, а также костных остатков занесена в полость водотоками. Расположение входа в пещеру на стыке различных фитоценозов не позволяет однозначно восстановить природные условия местности во время формирования горизонтов отложений в колодце по спорово-пыльцевым комплексам. Костные остатки позвоночных видов животных, за исключением летучих мышей, не позволяют однозначно интерпретировать палеообстановку поверхности из-за ограниченного количества обнаруженных и определенных особей, обитавших в различных биотопах и ландшафтных подзонах, существовавших в месте расположения пещеры и случайно попавших в отложения в основном в виде отдельных костных остатков, занесенных временными водотоками и переотложенных. Особенно если учитывать крайне небольшую скорость осадконакопления. Уверенной интерпретации подлежат лишь горизонты, сформировавшиеся после формирования входного отверстия.

Верхние интервалы (до глубины около $2.8-2.9$ м) соответствуют голоцену. Нижележащие горизонты имеют позднеплейстоценовый возраст. Причем самые нижние слои по возрасту отличаются от горизонта 3.0 м на многие десятки тысяч лет. Не исключено, что самый нижний горизонт $7.6-7.0$ м формировался в среднем плейстоцене.

Литература

1. Атлас пещер России / ред. Шелепин А.Л., Вахрушев Б.А., Гунько А.А., Гусев А.С., Прохоренко А.И., Самохин Г.В., Филиппов А.Г., Цурихин Е.А. М.: Русское географическое общество, Российский союз спелеологов, 2019. 768 с.
2. Данукалова Г.А., Юрин В.И., Косинцев П.А., Осипова Е.М., Курманов Р.Г. Биостатиграфические исследования отложений верхнего плейстоцена и голоцена пещеры Сикияз-Тамак 7 (Южный Урал, Россия) // Геол. вестн. 2018. № 1. С. 144–161.
3. Косинцев П.А., Зыков С.В., Тиунов М.П., Шпанский А.В., Гасилин В.В., Гимранов Д.О., Деважин М.М. Первая находка остатков носорога Мерка (Mammalia, Perissodactyla, Rhinocerotidae, *Stephanorhinus kirchbergensis* Jäger, 1839) на Дальнем Востоке // Докла. Российской академии наук. Науки о жизни. 2020. Т. 491. С. 155–158.
4. Клоев Н.А., Слепцов И.Ю., Гладченков А.А., Шаповалов Е.Ю., Белова И.В., Тиунов М.П., Гусев А.Е., Воробьев А.М., Почивалова Н.М., Панин П.С., Колганова А.М. Новые пещерные памятники Приморья (первые результаты исследований) // Труды Института истории, археологии и этнографии ДВО РАН. 2023. Т. 39. С. 50–65.
5. Берсенев Ю.И. Хребет Лозовый: природные достопримечательности и перспективы развития туризма // Записки Общества изучения Амурского края. Т. 47. Владивосток. 2021. С. 100–108.
6. Берсенев Ю.И. Карст Дальнего Востока. М.: Наука, 1989. 172 с.
7. Дудкин Р.В. О флоре и растительности хребта Лозовый (Чандалаз) в Приморском крае // Ботан. журн. 1998. Т. 83, № 3. С. 107–111.
8. Берсенев Ю.И. Пещера Близнац // Пещеры. 1974. Вып. 14–15. С. 118–120.
9. Алексеева Э.В., Голенищев Ф.Н. Ископаемые остатки серых полевок рода *Microtus* из Южного Приморья (пещера «Близнац», 1986) / ред. И.М. Громов, Г.И. Баранова // Грызуны и зайцеобразные позднего кайнозоя:

Труды Зоол. ин-та. 1986. Т. 156. С. 134–142.

10. Пантелеев А.В., Алексеева Э.В. Ископаемые птицы из пещеры Близнец (Южный Сихотэ-Алинь) и ландшафтно-климатические условия их обитания в голоцене // Русский орнитол. журн. 1993. № 2 (2). С. 133–148.
11. Тиунов М.П. Рукокрылые Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 1997. 133 с.
12. Прозорова Л.А., Алексеева Э.В. Ископаемые моллюски пещеры «Близнец» (южный Сихотэ-Алинь) // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. 1999. Т. 3. С. 26–30.
13. Алексеева Э.В. Пещера Близнец, южный Сихотэ-Алинь // Териофауна России и сопредельных территорий: Сб. тр. X съезда Териологического общества при РАН, 1–5 февраля 2016 г. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2016. С. 17.

References

1. Atlas of caves in Russia / eds. Shelepin A.L., Vakhrushev B.A., Gunko A.A., Gusev A.S., Prokhorenko A.I., Samokhin G.V., Filippov A.G., Tsurikhin E.A. Moscow: Russian Geographical Society, Russian Union of Speleologists, Russia, 2019; 768 с. (In Russian)
2. Danukalova, G.A.; Yurin, V.I.; Kosintsev, P.A.; Osipova, E.M.; Kurmanov, R.G. Biostratigraphical study of the upper pleistocene and holocene deposits of the Sikiyaz-Tamak 7 cave (southern Urals, Russia). *Geological bulletin*. 2018, 1, 144–161. (In Russian)
3. Kosintsev, P.A.; Zykov, S.V.; Tiunov, M.P.; Shpansky, A.V.; Gasilin, V.V.; Gimranov, D.O.; Devyashin, M.M. The first discovery of the remains of Merk's rhinoceros (Mammalia, Perissodactyla, Rhinocerotidae, Stephanorhinus kirchbergensis Jäger, 1839) in the Far East. *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Life Sciences*, 2020, Vol. 491, 155–158. (In Russian)
4. Klyuev, N.A.; Sleptsov, I.Yu.; Gladchenkov, A.A.; Shapovalov, E.Yu.; Belova, I.V.; Tiunov, M.P.; Gusev, A.E.; Vorobyov, A.M.; Pochivalova, N.M.; Panin, P.S.; Kolganova, A.M. New cave monuments of Primorye (first research results). In *Proceedings of the Institute of History, Archeology and Ethnography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2023, Vol. 39, 50–65 (In Russian)
5. Bersenev, Yu.I. Lozovy Ridge: natural attractions and prospects for tourism development. In Notes of Society for the Research of the Amur Region. Vol. 47. Vladivostok. Russia, 2021, 100–108. (In Russian)
6. Bersenev, Yu.I. Karst of the Far East. Nauka: Moscow, Russia, 1989; 172 p. (In Russian)
7. Dudkin, R.V. About the flora and vegetation of the Lozovy ridge (Chandalaz) in Primorsky Krai. *Russian botanical Journal*. 1998, Vol. 83, 3, 107–111. (In Russian)
8. Bersenev, Yu.I. Bliznets Cave. In «Caves». Perm State Institute named A.M. Gorky, Institute of Karst and Speleology: Perm. Russia, 1974, Vol. 14–15, 118–120. (In Russian)
9. Alekseyeva, E.V.; Golenishchev, F.N., Fossil remains of gray voles of the genus *Microtus* from South Primorye (Bliznec Cave). Ed. by I.M. Gromov, G.I. Baranova. In *Rodents and hares of the Late Cenozoic*. Proceedings of the Zoological Institute. 1986, Vol. 156, 134–142. (In Russian)
10. Panteleyev, A.V.; Alekseyeva, E.V. Fossil birds from the Bliznets Cave (Southern Sikhote-Alin) and the landscape and climatic conditions of their habitat in the Holocene. *Russian Ornithological Journal*. 1993, 2(2), 133–148. (In Russian)
11. Tiunov, M.P. Bats of the Russian Far East. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 1997; 133 p. (In Russian)
12. Prozorova, L.A.; Alekseyeva, E.V. Fossil mollusks of the Bliznets Cave (southern Sikhote-Alin). *Bulletin of the Far Eastern Malacological Society*. 1999, Vol. 3. 26–30. (In Russian)
13. Alekseyeva, E.V. The Bliznets Cave, southern Sikhote-Alin. In *Teriofauna of Russia and adjacent territories*. Papers of the X Congress of the Theriological Society at the Russian Academy of Sciences, February 1–5, 2016. KMK Scientific Press Ltd.: Moscow, Russia, 2016, 17. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 10.11.2023; одобрена после рецензирования 15.12.2023; принята к публикации 21.02.2024.

The article was submitted 10.11.2023; approved after reviewing 15.12.2023; accepted for publication 21.01.2024.

