

## Первые данные о криогенных минеральных образованиях Нижнеудинских пещер (Восточный Саян)

**Базарова Е.П.**

*Институт земной коры СО РАН, Иркутск, bazarova@crust.irk.ru*

**Аннотация.** В статье приводятся сведения о криогенных минеральных образованиях Большой и Малой Нижнеудинских пещер. Пещеры расположены в предгорьях Восточного Саяна и в прошлом представляли собой единую карстовую систему. Образцы были отобраны с поверхности льда (сталагмитов и покровной наледи). Криогенные образования из Большой Нижнеудинской пещеры сложены гипсом, в составе криогенных образований из Малой Нижнеудинской пещеры преобладает кальцит.

**Ключевые слова:** пещеры, криогенные минеральные образования, кальцит, гипс, карст, Восточный Саян.

## The first data on cryogenic mineral formations of the Nizhneudinsk caves (Eastern Sayan)

**Bazarova E.P.**

*Institute of the Earth's Crust, Irkutsk, bazarova@crust.irk.ru*

**Abstracts.** The present abstract contains data on cryogenic mineral formations of the Bolshaya and Malaya Nizhneudinskaya caves. The caves are located at the Eastern Sayan's foothills and previously represented a single karst system. Samples were selected from the surface of ice (stalagmites and cover ice). Cryogenic formations of the Bolshaya Nizhneudinskaya cave are composed of gypsum; and it is mainly composed of calcite in the Malaya Nizhneudinskaya cave.

**Key words:** caves, cryogenic mineral formations, calcite, gypsum, karst, Eastern Sayan.

### **Введение**

Начало исследования подземных пространств в нашей стране было положено в 1938 – 1939 гг., когда в Обществе охраны природы под руководством академика А.Е. Ферсмана появилась первая группа спелеологов-энтузиастов. Через несколько лет была создана экспедиция особого назначения по изучению пещер, в которую вошли географы, геологи, археологи и специалисты в других отраслях естественных наук (Баранов, 2017). В настоящее время большое внимание уделяется вторичным отложениям пещер, которые несут информацию о процессах перераспределения вещества при спелеогенезе. Кроме того, в последние годы активно изучаются криогенные образования, находящиеся в пещерах с сезонными и многолетними льдами. Изучение этих отложений дает информацию о криохимических процессах, также криогенные образования, найденные на месте исчезновения древних льдов, являются маркерами оледенения в прошлом, что имеет значение для палеоклиматических реконструкций. В данной работе приводятся первые сведения о криогенных минеральных образованиях Нижнеудинских пещер в Восточном Саяне.

### **Краткие сведения о пещерах и методы исследования**

Нижнеудинские пещеры, известные с 17 века, находятся в предгорьях Восточного Саяна на правом склоне р. Уды, в 50 км к югу от г. Нижнеудинска. Карстовые полости заложены в битуминозных известняках верхнего протерозоя, перекрытых и подстилаемых алевролитами, аргиллитами и песчаниками (Филиппов, 1998). Пещеры находятся на расстоянии 90 м друг от друга и ранее представляли собой единую карстовую систему, в которую также входила небольшая (длиной 32 м) пещера им. В. Филиппова. Длина Большой Нижнеудинской пещеры составляет 718 м, Малой – 169 м. На сегодняшний момент все три пещеры разделены завалами.

Краткий обзор публикаций, посвященных изучению Большой Нижнеудинской пещере, приводится в работе (Филиппов, 1998). В.М. Филипповым проводилось изучение рыхлых отложений, гидростатическое нивелирование, изучение трещиноватости, микроклиматические наблюдения,

сбор костных остатков и детальная топографическая съемка Малой и части Большой Нижнеудинской пещеры. В.Н. Реутским было проведено минералогическое изучение обеих пещер. Наиболее распространенными минералами данных пещер являются лед и кальцит, в Большой Нижнеудинской, кроме того, отмечаются арагонит, гипс и эпсомит (Реутский, 1997).

В обеих пещерах присутствуют ледяные образования конжеляционного и сублимационного генезиса. Из форм конжеляционного льда распространены сталагмиты, сталактиты, колонны и покровные наледы (рис. 1). Сублимационные льды (изморозь) наблюдались в привходовых частях пещер, а также в гроте Беседка в Большой Нижнеудинской пещере.

Криогенные минеральные образования в данных пещерах тонкозернистые, находятся на поверхности ледяных тел. Минеральный состав образцов определялся в ЦКП Института земной коры СО РАН в г. Иркутске аналитиком М.Н. Рубцовой. Предоставленный материал был истерт в агато-

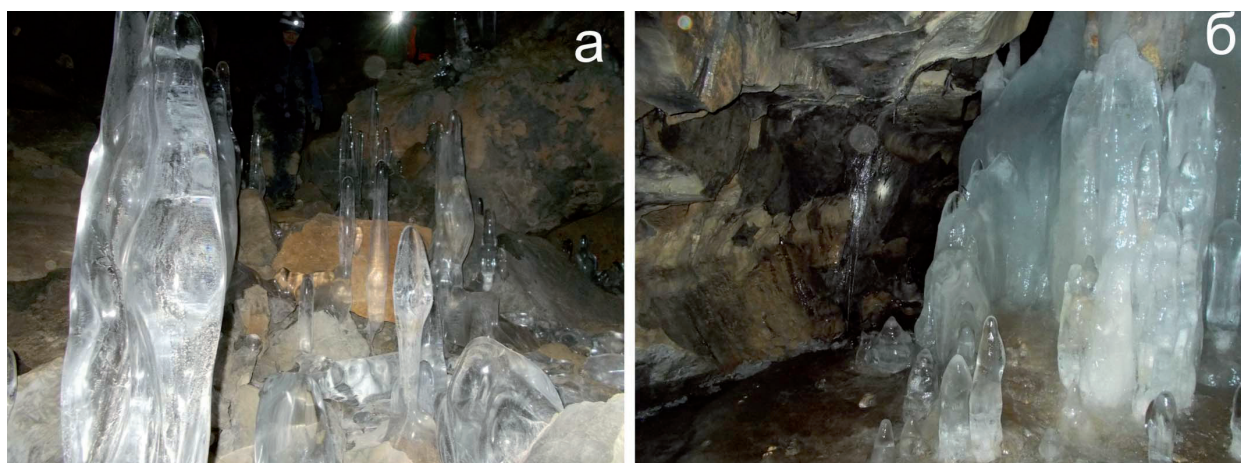


Рис. 1. а – ледяные сталагмиты в п. Малая Нижнеудинская, на поверхности ближайшего сталагмита виден белый налет остаточной муки; б – ледяные колонны, сталагмиты и покровная наледь в п. Большая Нижнеудинская. Фотографии О.Н. Садовской.

Fig. 1. a – ice stalagmites in the Malaya Nizhneudinskaya cave. Residual flour is on the surface of the nearest stalagmite; b – ice columns, stalagmites and cover ice in the Bolshaya Nizhneudinskaya cave. Photo by O.N. Sadovskaya.

вой ступке со спиртом и исследован методом порошковой дифракции на рентгеновском дифрактометре ДРОН – 3.0, излучение –  $\text{CuK}\alpha$ , Ni – фильтр,  $V = 25 \text{ кВ}$ ,  $I = 20 \text{ мА}$ , в диапазоне  $3 - 60 (65)^\circ 2\theta$ , шаг сканирования –  $0.05^\circ$ . Фазовый состав проб расшифрован с помощью программы поиска фаз (Diffrac<sup>plus</sup>, PDF-2, 2007 г). Фотографии криогенных образований были сделаны на сканирующем электронном микроскопе VEGA 3 LMN с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 350/X-max 20 в Горном институте УрО РАН в г. Пермь аналитиком О.В. Коротченковой.

### **Результаты и обсуждение**

Образцы из Малой Нижнеудинской пещеры сложены кальцитом, в следовых количествах присутствуют кварц, магнезит и полевые шпаты. Материал представлен плоскими снежно-белыми слепками кристаллов кальцита с отдельными включениями кварца и глинистой примесью (рис. 2 а). Образцы из Большой Нижнеудинской пещеры сложены гипсом. Материал пробы представлен прозрачными со стекляннным блеском хорошо ограненными кристаллами длиной до 1 мм, часто образующими двойники (рис. 2 б). Кристаллы образуют уплощенные сростки, иногда имеющие желтоватый оттенок за счет глинистой примеси.

В рыхлых отложениях Большой Нижнеудинской пещеры были также обнаружены ежеподобные гипсовые агрегаты размером до 1.5 см (рис. 2 в). Данные образования также могут иметь криогенное происхождение, подобные крупнозернистые криогенные сульфаты были описаны ранее в

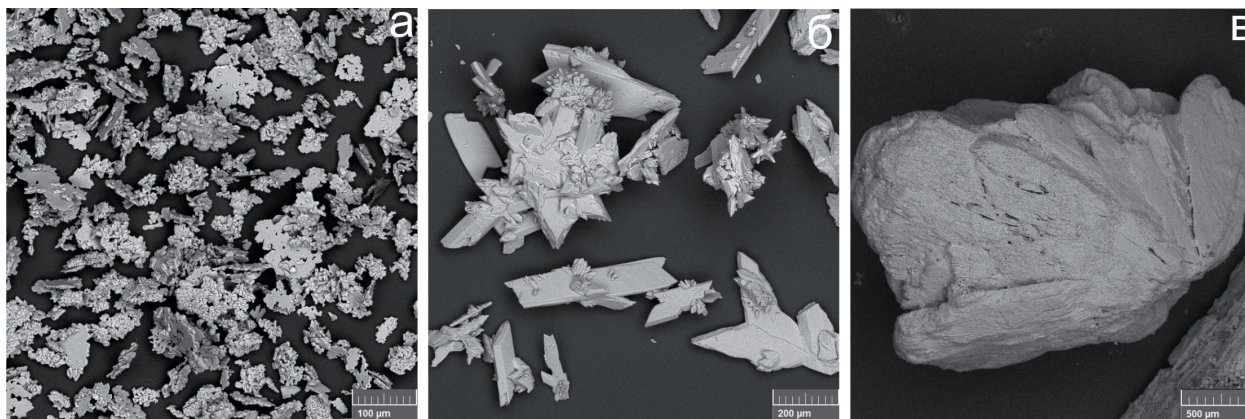


Рис. 2. Криогенные минеральные образования: а – из п. Малая Нижнеудинская, б – из п. Большая Нижнеудинская; в – гипсовый сросток, предположительно криогенного происхождения.

Fig. 2. Cryogenic mineral formations: a – in the Malaya Nizhneudinskaya cave; b – in the Bolshaya Nizhneudinskaya cave; v – gypsum intergrowth, presumably of cryogenic origin.

пещерах Урала (Мавлюдов, 2008; Андрейчук и др., 2013). Их формирование связывают с медленным замерзанием большого объема насыщенного сульфатного раствора. Известно, что летом многолетние наледы в пещере частично оттаивают и представляют собой озера с ледяным дном, а зимой вновь замерзают. По-видимому, данные крупнозернистые образования частично растворяются во время оттаивания наледи, с чем может быть связана окатанная форма граней кристаллов гипсового сростка.

### **Заключение**

Несмотря на близкое расположение пещер и то, что они заложены в одних и тех же вмещающих породах, отмечается различие минерального состава криогенного материала. Состав криогенных образований зависит от состава подземных вод, который, в свою очередь, связан с литологией вмещающих пород. Кальцитовый состав криогенных образований из п. Малой Нижнеудинской является классическим для пещер, заложённых в известняках. Что касается гипсового состава криогенного материала из Большой Нижнеудинской пещеры, то источником сульфат-иона могут выступать прослой гипса в вышележащих толщах, а также сульфиды в перекрывающих песчаниках и алевролитах. Это указывает на необходимость дальнейших исследований вмещающих пород пещеры и перекрывающей толщи.

Автор благодарит аналитиков М.Н. Рубцову и О.В. Коротченкову за проделанные анализы, О.Н. Садовскую за предоставленные фотографии и Э.А. Силушкину за помощь в сборе образцов.

### **Литература**

1. Андрейчук В.Н., Кадебская О.И., Чайковский И.И. Криогенные минеральные образования Кунгурской Ледяной пещеры. Силезский университет – Горный институт УрО РАН. Сосновец – Пермь. 2013. 128 с.
2. Баранов С.М. Пещеры – на службу фронту! // Пещеры: сб. науч. тр. / Естественнонауч. ин-т Перм. гос. нац. иссл. ун-та; ГИ УрО РАН. Пермь, 2017. Вып. 40. С. 119–133.
3. Мавлюдов Б.Р. Оледенение пещер. М.: Институт географии РАН, 2008. 290 с.
4. Реутский В.Н. Минералогические наблюдения в Нижнеудинских пещерах (Восточный Саян) // Свет. №1 (16). 1997. С. 21–22.
5. Филиппов В.М. Нижнеудинская пещера: новые данные об отложениях, остатках млекопитающих и их происхождении // Свет. №2 (19). 1998. С. 30–33.