

ИНСТРУКЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПЕЩЕРНОГО ЛЬДА И ЛЕДЯНЫХ ПЕЩЕР

Среди природных пещер особую разновидность представляют пещеры-ледники или ледяные пещеры. Они характеризуются скоплением в них в большем или меньшем количестве льда. Лед этот весьма разнообразен и своеобразен. Он сохраняется в большинстве случаев весь год. Температура в той части пещер, где происходит скопление льда, ниже средней годовой температуры местности, и которой они расположены.

Несмотря на то, что прошло уже почти три с половиной столетия с момента первого описания ледяных пещер, основная их особенность – лед еще мало изучен. Ниже приводится инструкция по изучению пещерного льда и ледяных пещер и основная литература.

Изучение пещер разбито на три этапа: А. Подготовительные работы. Б. Наблюдения в пещере. В. Камеральная обработка. В особом разделе приводятся краткие данные о систематических и стационарных наблюдениях.

А. Подготовительные работы

1. Ознакомление с литературой о пещере, которую предполагается обследовать, с выписками из описаний. Составление плана изучения с учетом сделанного раньше. Копирование плана и профилей пещеры, если они имеются. Ознакомление с литературой о других ледяных пещерах.

2. Приобретение необходимого оборудования и материалов.

I категория. Для не особенно детального исследования льда пещеры и ее оледенения: а) записные книжки 1–2, б) карандаши (простые и цветные), в) резинки простые, г) компас простой, д) горный компас, е) метр складной, ж) рулетка 2 м, з) рулетка 20 м, и) измеритель, к) геологический молоток, л) оберточная бумага (для образцов пород), м) книжка этикеток (для образцов), н) фотоаппарат со штативом и запасом пленки или пластинок, о) электронная лампа-вспышка, п) клубок шпагата, р) веревка 10–20 м, с) свечи, факелы или карманные электрические фонари с запасом батареек (для экспедиции хорошо иметь рудничные наголовные электрические аккумуляторные лампы), т) аптечка дорожная, у) лупы 15–20-кратные, ф) термометры с точностью до 0,5 и 0,1°.

II категория. Для более детального изучения климата пещеры, микроскопического изучения льда непосредственно в пещере, отбора проб для химического анализа льда, кроме перечисленного выше оборудования, необходимы: 1) стеклянные банки в 2–5 литров с притертыми пробками (для проб льда), 2) поляризационный микроскоп, 3) резиновая лодка (если в пещере имеется лед на озере), 4) термометры различной чувствительности (0,2–0,01°), 5) психрометр, 6) анемометр, 7) термограф. 8) секундомер и другое оборудование в зависимости от задач исследования.

Б. Наблюдения в пещере

3. Составление плана пещеры и профилей наиболее характерных гротов. Профили и план холодной части пещеры обязательны. Если имеются прежние планы, необходимо их проверить. Гроты на плане необходимо занумеровать по порядку, начиная от входа. Кроме номеров указать название гротов, если они имеются в литературе или даны местными жителями.

На плане условными знаками наносятся озера, каменные, глинистые и смешанные осыпи и конусы, органические трубы и другие приметные данные. Для многоэтажных пещер желательно составление планов для каждого этажа. Если пещера сложная и имеет своды гротов различного профиля (плоские, полукруглые, сложные), желательно составить отдельную карту развитых в пещере сводов. Для пещер, которые находятся в разных породах (гипс, известняк, доломит), хорошо составить карту пород кровли,

4. На плане условными знаками показывается область развития покровного льда, коры обледенения. Как на плане, так и на профилях указываются места развития кристаллов, сталактитов, сталагмитов, колонн и льда на озерах.

5. Гроты и особенно различные типы пещерного льда фотографируются. Необходимо вести ведомость фотографий (№ кассет или кадров пленки), записывая, что было сплано, номер грота или прохода по плану и т. д. При отсутствии опыта съемки необходимо записать условия съемки для избежания ошибок в дальнейшем.

При отсутствии фотоаппарата желательно сделать зарисовки.

6. Ведется описание как самой пещеры, так и особенно ее оледенения. Для каждого грота отмечается, в какой части и в каких условиях имеются ледяные кристаллы, сталактиты, сталагмиты, колонны, кора обледенения, покровный лед, лед на озерах.

7. Ледяные кристаллы описываются и фотографируются. Подробно описывается место прикрепления кристаллов. Отмечается форма ледяных кристаллов: являются они простыми или сложными. Какие комбинации образуют эти кристаллы. Нет ли гирлянд, люстр, цветов и т. д. Необходимо тщательно обследовать все расщелины. В одной и той же пещере могут быть различные кристаллы льда. Необходимо сфотографировать или зарисовать все встреченные разновидности. Отметить размеры кристаллов (по замеру), их прочность, цвет, место прикрепления кристаллов. Указать, находятся ли они непосредственно на породе или прикреплены к коре обледенения, покрывающей эти породы; какие это породы. Лучше отобрать их образец, записав об этом в записной книжке. Образец, снабженный этикеткой с подробным указанием условий и целей его отбора, упаковать в оберточную бумагу. Если имеется кора обледенения, указать ее толщину, время наиболее обильного

образования кристаллов льда, время появления наибольших кристаллов. Указать источник сведений (литература, сведения местных жителей, проводника). Существуют ли кристаллы круглый год и ли в какое-то время года исчезают совсем.

Если предполагается произвести изучение химического состава пещерных льдов, то отбирается проба (см. пункт 14) как самих кристаллов, так и коры обледенения, к которой они прикреплены. При детальном исследовании желательно отбирать отдельно пробы кристаллов, непосредственно прикрепленные к породе или коре обледенения и кристаллов, прикрепленных к другим кристаллам.

Изучается температура, влажность, скорость и направление движения воздуха в месте развития кристаллов.

8. Сталактиты и колонны также описываются, фотографируются или зарисовываются. Если имеется несколько групп сталактитов, то они наносятся на плане и профиле и нумеруются отдельно. Описание дается для каждой группы. В описании указывается их число, в какой части грота или прохода они находятся. Условия прикрепления – непосредственно к породе или к коре обледенения. Какие породы (образец) в месте прикрепления. Толщина коры обледенения. Приурочены сталактиты (и колонны) к трещинам, органной трубе или выступу пород. Диаметр и форма поперечного сечения органной трубы, число их. Размеры трещины (ширина, протяженность, глубина). В какой части трещины прикреплены сталактиты и колонны. Капает ли вода со сталактитов и как часто (стекает по колоннам). Число сталактитов (колонн) в каждой группе. Размеры и форма их: длина, профиль поперечного сечения и диаметры различных частей (верх, середина, низ; для больших сталактитов через 0,3 м). Твердость, одинакова ли она по поперечному сечению. Выветрела (рыхлая) ли поверхность. Цвет в различных частях. Газовые включения, их размер, густота. При исследовании химического состава отбирается проба. Желательно отбирать не только пробу льда, но и собрать (если есть время) воду, капаящую со сталактита. Возраст сталактитов (колонн) – указать источник сведений. При детальном исследовании желательно изучение кристаллографических свойств и структуры.

Для колонн как и для сталактитов, помимо всех данных, указывается, имеется ли покровный лед в месте их прикрепления внизу; развит ли последний только вокруг столба или вообще имеется в гроте.

9. Сталагмиты описываются и изучаются как сталактиты и колонны (пункт 8). Необходимо указать, имеется ли над сталагмитом сталактит. Если сталактит имеется, то вслед за сталагмитом описывается находящийся под ним сталагмит. При отсутствии сталактита сверху описывается место капежа – так же, как и место прикрепления сталактита. Как и у колонн, особо описывается место прикрепления сталагмита. Находится ли он на осыпи и какой. Имеется ли покровный лед в месте прикрепления, развит ли он только вокруг сталактита или во всем гроте. Покровный лед описывается по пункту 11. Очень желательно изучить структуру сталагмитов.

10. Кора обледенения описывается для каждого грота, свода и стены отдельно. Указывается толщина ее, цвет, наличие или отсутствие слоистости, газовые включения, твердость в различных частях. Нет ли в теплое время года изъеденной поверхности, указывающей на убыль коры. Существует ли кора обледенения круглый год или только в холодное время (источник сведений). Выделить участок пещеры с постоянным оледенением стенок и части её, где оледенение сезонное. Растет ли толщина коры обледенения или убывает.

Пробы для изучения химического состава отбираются и а различной высоте над полом грота. Данные Кунгурской пещеры указывают на изменение химического состава по вертикали. Особое внимание уделяется выяснению происхождения коры обледенения. Образуется ли она путем конденсации паров воды из воздуха, проникающего в пещеру (атмогенная), или за счет замерзания воды, проникающей через органные трубы, трещины (гидрогенная). Выделить в пещере участки с атмогенным, гидрогенным и смешанным происхождением коры обледенения.

При описании обратить внимание на кору обледенения различного генезиса и попытаться найти отличие. Хорошо привлечь для сопоставления химический анализ. Атмогенная кора обледенения будет менее минерализованной, чем гидрогенная.

11. Покровный лед описывается для каждого грота и прохода отдельно. Указывается площадь его распространения, а также мощность, цвет, структура, включения, прочность и изменения их по горизонтали и по вертикали. Необходимо указать, имеет ли покровный лед сплошное распространение или развит отдельными пятнами, как эти пятна относятся к местам капежа со сталактитов, а также к сталагмитам, ледяным колоннам. Объем покровного льда в каждом гроте и во всей пещере. Существует ли лед круглый год или носит сезонный характер (источник сведений). Выделить участки с сезонным покровным льдом. Указать, увеличивается ли мощность и площадь ледяного покрова или уменьшается. Нет ли летом гипсовой или кальцитовой муки или отдельных кристаллов на поверхности покровного льда.

Отбираются пробы льда для химического и других анализов. Желательно изучить изменения состава льда по площади и по вертикали. Необходимо изучить микроскопическую структуру покровного льда. При слоистом льде подсчитывается число слоев для определения возраста подземного ледника.

Особое внимание уделяется выяснению происхождения покровного льда. Для вертикальных пещер он может носить фирновый характер. Такой лед может образоваться в результате накопления снега в пещере (крымский тип). В иных случаях покровный лед носит смешанный характер и представляет результат накопления снега и замерзания проникающей в пещеру поверхностной воды (илецкий тип). Часть льда образуется из опавших на дно грота кристаллов льда (кунгурский тип).

Вода, проникающая по трещинам, пустотам в холодную часть пещеры, образует не только сталактиты и сталагмиты, но и покровный лед. Это будет гидрогенный покровный лёд (добшинский тип). Наконец, на некоторых участках пещеры возможно наличие смешанного гидрогенно-атмогенного льда

(кунгурско-добшинский тип).

12. Озерный лед описывается и изучается для каждого подземного озера отдельно. Указывается площадь его распространения, а также мощность, цвет, структура, включения, прочность и их изменение по горизонтали и вертикали. Существует ли лед круглый год или появляется только периодически. Как изменяется мощность его во времени. Не промерзает ли озеро до дна (источник сведений). Желательно для изучения химического состава отобрать не только пробы льда, но и озерной воды.

13. В ледяных пещерах особенно важно изучение климата. При разовом посещении как минимум необходимо определить в большинстве гротов холодной части пещеры на различных высотах: температуру, влажность, скорость и направление движения воздуха. Необходимо также определить температуру пород в холодной и теплой частях пещеры в специально выдолбленных отверстиях и ли щелях.

14. Лед отбирается в зависимости от характера исследований. Образцы должны быть характерными и отражать все особенности изучаемого льда. Отдельно берутся сталактиты и сталагмиты, кора обледенения, лед озер, кристаллы. Для мощных толщ покровного льда желательно отобрать минимум три пробы – снизу, из середины и сверху. Лед для химического анализа необходимо отбирать в банки с притертыми пробками и в таком количестве, чтобы после таяния был один литр воды. Желательно изучение структуры льда и биологического и бактериологического состава. Для первого необходимо около 1000 см³ и для второго 1000–2000 см³ льда. Образцы льда должны быть монолитны, т. е. состоять из одного куска. Доставляются они в соответствующую лабораторию в естественно-замерзшем состоянии. Последнее и составляет главную трудность.

В. Камеральная обработка

15. Собранные в полевых условиях данные обрабатываются, сопоставляются с результатами прежних исследований и другими ледяными пещерами. Составляется описание пещеры и её льда на момент обследования. Схема описания отдельных разновидностей льда приведена в инструкции, а также в работах автора (Г. А. Максимович, 1947, 1963). Особое внимание необходимо уделить возрасту оледенения пещеры. Он определяется по количеству микрослоев льда. Этим путем установлено, что возраст оледенения Добшинской пещеры в Чехословакии 5000–7000 лет. Используются также результаты пыльцевых анализов и исследований содержания радиоактивного углерода в органических остатках.

К описанию прилагается: план, профили (продольный и поперечные), зарисовки, фотографии. В него включаются химические, пыльцевые, бактериологические и другие биологические анализы. Условные обозначения для масштабных планов и профилей пещер публикуются в настоящем выпуске трудов совещания по методике изучения карста. Конечная цель такой работы – выяснение происхождения пещерного холода и различных разновидностей льда.

Г. Систематические и стационарные исследования

16. Значительные и наиболее интересные по разнообразию льдов пещеры (Кунгурская, Абогыдже) необходимо изучать систематически в разное время года и в один и тот же период в течение ряда лет. Сопоставление результатов 3–4 исследований в течение одного года позволит наметить изменение климата и ледового режима пещеры за год по сезонам. Весьма полезны при этом не только тщательные описания, но и фотографии. Данные за ряд лет позволяя наметить изменение ледового режима пещеры по времени. Желательно заложить ряд реперов на границе коры обледенения и в области значительного ее развития. По ним можно будет судить, растет или уменьшается площадь оледенения и мощность покровного льда.

17. В некоторых ледяных пещерах необходимо организовать наблюдения над климатическими особенностями и изменением ледового режима в течение года и даже нескольких лет.

Пермский университет

ЛИТЕРАТУРА

- Альтберг В. Я. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере. Часть I. Изв. Гос. Гидрол. ин-та, № 26–27, стр. 69–78, 1930.
Альтберг В. Я. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере. Часть II, 1929–30 гг. Изв. Гос. Гидрол. ин-та, № 32, стр. 77–92, 1931.
Альтберг В. Я., Трошин В. Ф. О новых формах кристаллического льда. Изв. Гос. Гидрол. ин-та, № 32, стр. 93–103, 1931.
Головков М. П. Исследование льда Кунгурской пещеры. Уч. зап. Ленинград. гос. университета, № 21, сер. геолог. почв, наук, в. 5. Тр. ин-та Земной коры, стр. 11–35, 1939.
Головков М. П. Заметки о структуре и морфологических особенностях кристаллов льда. Зап. Всерос. мин. об-ва, сер. 2 ч 68 в. 2, стр. 163–170, 1939.
Ермолаев М. Инструкция для экспедиционного изучения ископаемого льда как географического фактора, 1932.
Листов Ю. Пещеры-ледники. Мат. для геологии России, т. XII, стр. 105–280, 1885.
Максимович Г. А. Классификация льдов пещер. Изв. АН СССР, сер. географ. и геофиз., т. 9, № 5–6, стр. 565–570, 1945.
Максимович Г. А. Краткая инструкция по изучению пещерного льда и ледяных пещер, стр. 1–10, Пермь, 1946.
Максимович Г. А. Пещерные льды. Изв. Всесоюз. геогр. об-ва, т. 84, в. 1, стр. 537–549, 1947. (Приведено систематическое описание пещерного льда и обширная библиография).
Максимович Г. А. О первом описании ледяных пещер. Изв. Всесоюз. геогр. об-ва, т. 84, в. 1, стр. 103–104, 1952.
Максимович Г. А. Химическая география вод Суши, Гл. VI. Некоторые данные о химическом составе льдов суши, стр. 184–188, Географгиз, М., 1955.
Максимович Г. А. Основы карстования, том. 1, гл. 9. Пещерные льды, стр. 258–274, Пермь, 1963.
Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области. Пещерные льды, стр. 58–65, Пермь, 1958.
Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. Характеристика льда Кунгурской пещеры. Докл. АН СССР, т. 31, № 5, стр. 478–181, 1941.
Маслов В. П. Балаганская пещера. БМОИП, отд. геологии, № 1. стр. 132–136, 1934.
Махаев В. Н. Ледяная пещера Абогыдже. Изв. Гос. геогр. об-ва. т. 71, в. 6, стр. 874–878, 1939.

- Ступишин А. В. Пещерные льды Среднего Поволжья и природа их образования. Спелеология и карстование, стр. 53–62, изд. МОИП, М., 1959.
- Федоров Е. С. Заметка о Кунгурских пещерах. Мат. для геологии России, т. XI, стр. 217–243, 1883.
- Федоров Е. С. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере. Зап., Мин. об-ва, 2 сер., т. XIX, 1884.
- Ферсман А. Е. Геохимия пещер. Природа, № 2, стр. 22–27, 1962.
- Шербан М., Фиман И., Коман Д. Пещеры Румынии, Бухарест, 1961.
- Шумский П. А. Основы геокриологии. Часть I. Пещерные льды, стр. 321, М., 1959.

Г. А. Максимович

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ПЕЩЕРНОГО ЛЬДА И ЛЕДЯНЫХ
ПЕЩЕР**

Среди природных пещер особую разновидность представляют пещеры-ледники или ледяные пещеры. Они характеризуются скоплением в них в большем или меньшем количестве льда. Лед этот весьма разнообразен и своеобразен. Он сохраняется в большинстве случаев весь год. Температура в той части пещер, где происходит скопление льда, ниже средней годовой температуры местности, в которой они расположены.

Несмотря на то, что прошло уже почти три с половиной столетия с момента первого описания ледяных пещер, основная их особенность — лед еще мало изучен. Ниже приводится инструкция по изучению пещерного льда и ледяных пещер и основная литература.

Изучение пещер разбито на три этапа: А. Подготовительные работы. Б. Наблюдения в пещере. В. Камеральная обработка. В особом разделе приводятся краткие данные о систематических и стационарных наблюдениях.

А. Подготовительные работы

1. Ознакомление с литературой о пещере, которую предполагается обследовать, с выписками из описаний. Составление плана изучения с учетом сделанного раньше. Копирование плана и профилей пещеры, если они имеются. Ознакомление с литературой о других ледяных пещерах.

2. Приобретение необходимого оборудования и материалов.

I категория. Для не особенно детального исследования льда пещеры и ее оледенения: а) записные книжки 1—2, б) карандаши (простые и цветные), в) резинки простые, г) компас простой, д) горный компас, е) метр складной, ж) рулетка 2 м, з) рулетка 20 м, и) измеритель, к) геологический молоток, л) оберточная бумага (для образцов пород), м) книжка этикеток (для образцов), н) фотоаппарат со штативом и запасом пленки или пластинок, о) электронная лампа-вспышка, п) клубок шпагата, р) веревка 10—20 м, с) свечи, факелы или карманные электрические фонари с запасом батареек (для экспедиции хорошо иметь рудничные наголовные электрические аккумуляторные лампы), т) аптечка дорожная, у) лупы 15—20-кратные, ф) термометры с точностью до 0,5 и 0°, 1.

II категория. Для более детального изучения климата пещеры, микроскопического изучения льда непосредственно в пещере, отбора проб для химического анализа льда, кроме перечисленного выше оборудования, необходимы: 1) стеклянные банки в 2—5 литров с притертыми пробками (для проб льда), 2) поляризационный микроскоп, 3) резиновая лодка (если в пещере имеется лед на озере), 4) термометры различной чувствительности (0,2—0°, 01), 5) психрометр, 6) анемометр, 7) термограф, 8) секундомер и другое оборудование в зависимости от задач исследования.

Б. Наблюдения в пещере

3. Составление плана пещеры и профилей наиболее характерных гротов. Профили и план холодной части пещеры обязательны. Если имеются прежние планы, необходимо их проверить. Гроты на плане необходимо занумеровать по порядку, начиная от входа. Кроме номеров указать название гротов, если они имеются в литературе или даны местными жителями.

На плане условными знаками наносятся озера, каменные, глинистые и смешанные осыпи и конусы, органические трубы и другие приметные данные. Для многоэтажных пещер желательно составление планов для каждого этажа. Если пещера сложная и имеет своды гротов различного профиля (плоские, полукруглые, сложные), желательно составить отдельную карту развитых в пещере

сводов. Для пещер, которые находятся в разных породах (гипс, известняк, доломит), хорошо составить карту пород кровли.

4. На плане условными знаками показывается область развития покровного льда, коры обледенения. Как на плане, так и на профилях указываются места развития кристаллов, сталактитов, сталагмитов, колонн и льда на озерах.

5. Гроты и особенно различные типы пещерного льда фотографируются. Необходимо вести ведомость фотографий (№ кассет или кадров пленки), записывая, что было снято, номер грота или прохода по плану и т. д. При отсутствии опыта съемки необходимо записать условия съемки для избежания ошибок в дальнейшем.

При отсутствии фотоаппарата желательно сделать зарисовки.

6. Ведется описание как самой пещеры, так и особенно ее оледенения. Для каждого грота отмечается, в какой части и в каких условиях имеются ледяные кристаллы, сталактиты, сталагмиты, колонны, кора обледенения, покровный лед, лед на озерах.

7. Ледяные кристаллы описываются и фотографируются. Подробно описывается место прикрепления кристаллов. Отмечается форма ледяных кристаллов: являются они простыми или сложными. Какие комбинации образуют эти кристаллы. Нет ли гирлянд, люстр, цветов и т. д. Необходимо тщательно обследовать все расщелины. В одной и той же пещере могут быть различные кристаллы льда. Необходимо сфотографировать или зарисовать все встреченные разновидности. Отметить размеры кристаллов (по замеру), их прочность, цвет, место прикрепления кристаллов. Указать, находятся ли они непосредственно на породе или прикреплены к коре обледенения, покрывающей эти породы; какие это породы. Лучше отобрать их образец, записав об этом в записной книжке. Образец, снабженный этикеткой с подробным указанием условий и целей его отбора, упаковать в оберточную бумагу. Если имеется кора обледенения, указать ее толщину, время наиболее обильного образования кристаллов льда, время появления наибольших кристаллов. Указать источник сведений (литература, сведения местных жителей, проводника). Существуют ли кристаллы круглый год или в какое-то время года исчезают совсем.

Если предполагается произвести изучение химического состава пещерных льдов, то отбирается проба (см. пункт 14) как самих кристаллов, так и коры обледенения, к которой они прикреплены. При детальном исследовании желательнее отбирать отдельно пробы кристаллов, непосредственно прикрепленные к породе или коре обледенения и кристаллов, прикрепленных к другим кристаллам.

Изучается температура, влажность, скорость и направление движения воздуха в месте развития кристаллов.

8. Сталактиты и колонны также описываются, фотографируются или зарисовываются. Если имеется несколько групп сталактитов, то они наносятся на плане и профиле и нумеруются отдельно. Описание дается для каждой группы. В описании указывается их число, в какой части грота или прохода они находятся. Условия прикрепления — непосредственно к породе или к коре обледенения. Какие породы (образец) в месте прикрепления. Толщина коры обледенения. Приурочены сталактиты (и колонны) к трещинам, органной трубе или выступу пород. Диаметр и форма поперечного сечения органной трубы, число их. Размеры трещины (ширина, протяженность, глубина). В какой части трещины прикреплены сталактиты и колонны. Капает ли вода со сталактитов и как часто (стекает по колоннам). Число сталактитов (колонн) в каждой группе. Размеры и форма их: длина, профиль поперечного сечения и диаметры различных частей (верх, середина, низ; для больших сталактитов через 0,3 м). Твердость, одинакова ли она по поперечному сечению. Выветрела (рыхлая) ли поверхность. Цвет в различных частях. Газовые включения, их размер, густота. При исследовании химического состава отбирается проба. Желательно отбирать не только пробу льда, но и собрать (если есть время) воду, капаящую со сталактита. Возраст сталактитов (колонн) — указать источник сведений. При детальном исследовании желательнее изучение кристаллографических свойств и структуры.

Для колонн как и для сталактитов, помимо всех данных, указывается, имеется ли покровный лед в месте их прикрепления внизу; развит ли последний только вокруг столба или вообще имеется в гроте.

9. Сталагмиты описываются и изучаются как сталактиты и колонны (пункт 8). Необходимо указать, имеется ли над сталагмитом сталактит. Если сталактит имеется, то вслед за сталактитом описывается находящийся под ним сталагмит. При отсутствии сталактита вверху описывается место капежа—так же, как и место прикрепления сталактита. Как и у колонн, особо описывается место прикрепления сталагмита. Находится ли он на осыпи и какой. Имеется ли покровный лед в месте прикрепления, развит ли он только вокруг сталактита или во всем гроте. Покровный лед описывается по пункту 11. Очень желательно изучить структуру сталагмитов.

10. Кора обледенения описывается для каждого грота, свода и стены отдельно. Указывается толщина ее, цвет, наличие или отсутствие слоистости, газовые включения, твердость в различных частях. Нет ли в теплое время года изъеденной поверхности, указывающей на убыль коры. Существует ли кора обледенения круглый год или только в холодное время (источник сведений). Выделить участок пещеры с постоянным оледенением стенок и части её, где оледенение сезонное. Растет ли толщина коры обледенения или убывает.

Пробы для изучения химического состава отбираются на различной высоте над полом грота. Данные Кунгурской пещеры указывают на изменение химического состава по вертикали. Особое внимание уделяется выяснению происхождения коры обледенения. Образуется ли она путем конденсации паров воды из воздуха, проникающего в пещеру (атмогенная), или за счет замерзания воды, проникающей через органические трубы, трещины (гидрогенная). Выделить в пещере участки с атмогенным, гидрогенным и смешанным происхождением коры обледенения.

При описании обратить внимание на кору обледенения различного генезиса и попытаться найти отличие. Хорошо привлечь для сопоставления химический анализ. Атмогенная кора обледенения будет менее минерализованной, чем гидрогенная.

11. Покровный лед описывается для каждого грота и прохода отдельно. Указывается площадь его распространения, а также мощность, цвет, структура, включения, прочность и изменения их по горизонтали и по вертикали. Необходимо указать, имеет ли покровный лед

сплошное распространение или развит отдельными пятнами, как эти пятна относятся к местам капежа со сталактитов, а также к сталагмитам, ледяным колоннам. Объем покровного льда в каждом гроте и во всей пещере. Существует ли лед круглый год или носит сезонный характер (источник сведений). Выделить участки с сезонным покровным льдом. Указать, увеличивается ли мощность и площадь ледяного покрова или уменьшается. Нет ли летом гипсовой или кальцитово-муки или отдельных кристаллов на поверхности покровного льда.

Отбираются пробы льда для химического и других анализов. Желательно изучить изменения состава льда по площади и по вертикали. Необходимо изучить микроскопическую структуру покровного льда. При слоистом льде подсчитывается число слоев для определения возраста подземного ледника.

Особое внимание уделяется выяснению происхождения покровного льда. Для вертикальных пещер он может носить фирновый характер. Такой лед может образоваться в результате накопления снега в пещере (крымский тип). В иных случаях покровный лед носит смешанный характер и представляет результат накопления снега и замерзания проникающей в пещеру поверхностной воды (илецкий тип). Часть льда образуется из опавших на дно грота кристаллов льда (кунгурский тип).

Вода, проникающая по трещинам, пустотам в холодную часть пещеры, образует не только сталактиты и сталагмиты, но и покровный лед. Это будет гидрогенный покровный лёд (добшинский тип). Наконец, на некоторых участках пещеры возможно наличие смешанного гидрогенно-атмогенного льда (кунгурско-добшинский тип).

12. Озерный лед описывается и изучается для каждого подземного озера отдельно. Указывается площадь его распространения, а также мощность, цвет, структура, включения, прочность и их изменение по горизонтали и вертикали. Существует ли лед круглый год или появляется только периодически. Как изменяется мощность его во времени. Не промерзает ли озеро до дна (источник сведений). Желательно для изучения химического состава отобрать не только пробы льда, но и озерной воды.

13. В ледяных пещерах особенно важно изучение климата. При разовом посещении как минимум необходимо

определить в большинстве гротов холодной части пещеры на различных высотах: температуру, влажность, скорость и направление движения воздуха. Необходимо также определить температуру пород в холодной и теплой частях пещеры в специально выдолбленных отверстиях или щелях.

14. Лед отбирается в зависимости от характера исследований. Образцы должны быть характерными и отражать все особенности изучаемого льда. Отдельно берутся сталактиты и сталагмиты, кора обледенения, лед озер, кристаллы. Для мощных толщ покровного льда желательно отобрать минимум три пробы — снизу, из середины и сверху. Лед для химического анализа необходимо отбирать в банки с притертыми пробками и в таком количестве, чтобы после таяния был один литр воды. Желательно изучение структуры льда и биологического и бактериологического состава. Для первого необходимо около 1000 см³ и для второго 1000—2000 см³ льда. Образцы льда должны быть монолитны, т. е. состоять из одного куска. Доставляются они в соответствующую лабораторию в естественно-замерзшем состоянии. Последнее и составляет главную трудность.

В. Камеральная обработка

15. Собранные в полевых условиях данные обрабатываются, сопоставляются с результатами прежних исследований и другими ледяными пещерами. Составляется описание пещеры и её льда на момент обследования. Схема описания отдельных разностей льда приведена в инструкции, а также в работах автора (Г. А. Максимович, 1947, 1963). Особое внимание необходимо уделить возрасту оледенения пещеры. Он определяется по количеству микрослоев льда. Этим путем установлено, что возраст оледенения Добшинской пещеры в Чехословакии 5000—7000 лет. Используются также результаты пыльцевых анализов и исследований содержания радиоактивного углерода в органических остатках.

К описанию прилагается: план, профили (продольный и поперечные), зарисовки, фотографии. В него включаются химические, пыльцевые, бактериологические и другие биологические анализы. Условные обозначения для мелкомасштабных планов и профилей пещер публикуются в настоящем выпуске трудов совещания по методике

изучения карста. Конечная цель такой работы — выяснение происхождения пещерного холода и различных разновидностей льда.

Г. Систематические и стационарные исследования

16. Значительные и наиболее интересные по разнообразию льдов пещеры (Кунгурская, Абогыдже) необходимо изучать систематически в разное время года и в один и тот же период в течение ряда лет. Сопоставление результатов 3—4 исследований в течение одного года позволит наметить изменение климата и ледового режима пещеры за год по сезонам. Весьма полезны при этом не только тщательные описания, но и фотографии. Данные за ряд лет позволят наметить изменение ледового режима пещеры по времени. Желательно заложить ряд реперов на границе коры обледенения и в области значительного ее развития. По ним можно будет судить, растет или уменьшается площадь оледенения и мощность покровного льда.

17. В некоторых ледяных пещерах необходимо организовать наблюдения над климатическими особенностями и изменением ледового режима в течение года и даже нескольких лет.

Пермский университет

ЛИТЕРАТУРА

Альтберг В. Я. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере. Часть I. Изв. Гос. Гидрол. ин-та, № 26—27, стр. 69—78, 1930.

Альтберг В. Я. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере. Часть II, 1929—30 гг. Изв. Гос. Гидрол. ин-та, № 32, стр. 77—92, 1931.

Альтберг В. Я. Трошин В. Ф. О новых формах кристаллического льда. Изв. Гос. Гидрол. ин-та, № 32, стр. 93—103, 1931.

Головков М. П. Исследование льда Кунгурской пещеры. Уч. зап. Ленинград. гос. университета, № 21, сер. геол. почв. наук, в. 5. Тр. ин-та Земной коры, стр. 11—35, 1939.

Головков М. П. Заметки о структуре и морфологических особенностях кристаллов льда. Зап. Всерос. мин. об-ва, сер. 2, ч. 68, в. 2, стр. 163—170, 1939.

Ермолаев М. Инструкция для экспедиционного изучения ископаемого льда как географического фактора, 1932.

- Листов Ю. Пещеры-ледники. Мат. для геологии России, т. XII, стр. 105—280, 1885.
- Максимович Г. А. Классификация льдов пещер. Изв. АН СССР, сер. географ. и геофиз., т. 9, № 5—6, стр. 565—570, 1945.
- Максимович Г. А. Краткая инструкция по изучению пещерного льда и ледяных пещер, стр. 1—10, Пермь, 1946.
- Максимович Г. А. Пещерные льды. Изв. Всесоюз. геогр. об-ва, т. 84, в. 1, стр. 537—549, 1947. (Приведено систематическое описание пещерного льда и обширная библиография).
- Максимович Г. А. О первом описании ледяных пещер. Изв. Всесоюз. геогр. об-ва, т. 84, в. 1, стр. 103—104, 1952.
- Максимович Г. А. Химическая география вод Суши. Гл. VI. Некоторые данные о химическом составе льдов суши, стр. 184—188, Географгиз, М., 1955.
- Максимович Г. А. Основы карстования, том. 1, гл. 9. Пещерные льды, стр. 258—274, Пермь, 1963.
- Максимович Г. А., Горбунова Н. А. Карст Пермской области. Пещерные льды, стр. 58—65, Пермь, 1958.
- Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. Характеристика льда Кунгурской пещеры. Докл. АН СССР, т. 31, № 5, стр. 478—481, 1941.
- Маслов В. П. Балаганская пещера. БМОИП, отд. геологии, № 1, стр. 132—136, 1934.
- Махаев В. Н. Ледяная пещера Абогыдже. Изв. Гос. геогр. об-ва, т. 71, в. 6, стр. 874—878, 1939.
- Ступишин А. В. Пещерные льды Среднего Поволжья и природа их образования. Спелеология и карстование, стр. 53—62, изд. МОИП, М., 1959.
- Федоров Е. С. Заметка о Кунгурских пещерах. Мат. для геологии России, т. XI, стр. 217—243, 1883.
- Федоров Е. С. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере. Зап. Мин. об-ва, 2 сер., т. XIX, 1884.
- Ферсман А. Е. Геохимия пещер. Природа, № 2, стр. 22—27, 1962.
- Шербан М., Фиман И., Коман Д. Пещеры Румынии, Бухарест, 1961.
- Шумский П. А. Основы геокриологии. Часть I. Пещерные льды, стр. 321, М., 1959.