



Телцерн



Основан в 1947 г. как "Спелеологический бюллетень"

Founded in 1947 as "Speleological Bulletin"

**MINISTRY ON EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION**
Perm State University
Karstology and Speleology Institute

*Is devoted to 85th anniversary
of Perm State University*

PESHCHERY (CAVES)

Interuniversity collection of scientific transactions

Perm 2001

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Пермский государственный университет
Институт карстоведения и спелеологии

*Посвящается 85-летию
Пермского университета*

ПЕЩЕРЫ

Межвузовский сборник научных трудов

Пермь 2001

ББК 26.823
П 78
УДК 551.44

П 78 **Пещеры**: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. – Пермь, 2001. – 264 с.
ISBN 5 – 7944 – 0234 – 2

Сборник (вып. 27-28) посвящен геологии, генезису и отложениям пещер, формирующихся в условиях многолетней мерзлоты (Арктика, Субарктика, Антарктида), оледенению пещер. В нем рассматриваются концептуальные проблемы гидрогеологии карста, конденсации в карстовых коллекторах, влияния и силы Кориолиса на спелеогенез. Впервые публикуется электронная карта Кунгурской пещеры и освещаются проблемы спелеостологии. Рассматривается классификация снежно-ледовых и криогенных гипсовых отложений пещер и проблемы загрязнения пещер, вопросы терминологии спелеологии, биоспелеологии, спелеоархеологии и охраны карстовых районов. Освещается история стационарных исследований в пещерах бывшего СССР и изучения отдельных регионов; приводятся данные о новых спелеологических исследованиях; рецензируются новейшие публикации по спелеологии; представлена библиография по карсту и пещерам.

Издание предназначено для преподавателей и студентов вузов, инженеров-геологов и гидрогеологов, ведущих изыскания в карстовых районах, а также спелеологов.

Peshchery (Caves): Interuniversity collection of scientific transactions / Perm, 2001. 264 p.

The collection (release 27-28) is devoted to geology, genesis and the sediments of the caves which formed in the conditions of a long-term frozen ground (Arctic regions, subarctic region, Antarctic continent), to a congelation of caves. In the collection conceptual problems of karst hydrogeology, condensation in karst collectors, influences of the Koriolis's forces on speleogenesis are considered. Kungur Ice Cave electronic map is published for the first time and the problems of speleostology are covered. Classification of snow-ice and cryogenic gypsum sediments of caves and the problems of pollution of caves, questions of a terminology of speleology, biospeleology, speleoarcheology and protection of the karst areas is considered. The history of stationary researches in the caves of the former USSR and studying of some regions is shined; the data on new speleological researches are cited; the newest publications on speleology are reviewed; the bibliography on karst and caves is submitted.

The edition is intended for professors and students of high schools, engineering geologists and hydrogeologists conducting researches in karst areas, and also cave explorers.

Рецензенты: доктор географических наук Н. Н. Назаров; Горный Институт УрО РАН.

Печатается по постановлению редакционно-издательского совета Пермского университета.

Редакционная коллегия:

В. Н. Дублянский – ответственный редактор, **В. Н. Катаев** (Пермский университет), **И. А. Лавров** (Кунгурская лаборатория-стационар ГИ УрО РАН), **И. И. Минькевич** – секретарь редколлегии, **Н. Е. Молоштанова** (Пермский университет), **Г. З. Файнбург** (Пермский технический университет)

Компьютерный набор: Ю. В. Кадебский, И. А. Лавров, В. Н. Дублянский.

Компьютерная верстка: Лис М. А.

Редколлегия выражает глубокую признательность В. Ф. Жакову за помощь в подготовке и издании сборника.

ISBN 5 – 7944 – 0234 – 2 © Пермский государственный университет, 2001

На первой странице обложки: пещера Мория. Фото Л. И. Волкова

На четвертой странице обложки: структура сферолитовой коры из Большой Азишской пещеры. Фото В. И. Степанова

ПРЕДИСЛОВИЕ

FOREWORD

В 1947 г. в Перми по инициативе проф. Г. А. Максимовича увидело свет первое отечественное издание по спелеологии – "Спелеологический бюллетень", преобразованный в 1961 г. в сборник "Пещеры". В 1961-1993 гг. вышло 24 выпуска; с 5-го выпуска "Пещеры" являются печатным органом Института карстоведения и спелеологии, с 16-го – Всесоюзного института карстоведения и спелеологии, с 17-го – издание представляет собой межвузовский сборник научных трудов.

В 1994-1998 гг. сборник не издавался. В 1999 г. это популярное издание возобновил ученик Г. А. Максимовича, один из основоположников современной спелеологии, проф. В. Н. Дублянский. В 1999 г. вышел сдвоенный 25-26-й выпуск, в 2001 г. подготовлен 27-28, юбилейный выпуск.

Структура сборника соответствует замыслу Г. А. Максимовича. Первая часть сборника содержит разделы: "Геология и генезис пещер", "Отложения пещер", "Охрана пещер", "Терминология и методика исследований", "История изучения пещер". Вторая его часть имеет научно-информационный характер и включает разделы: "Новости спелеологии", "Юбилеи", "Потери спелеологии", "Рецензии", "Хроника", "Справочный отдел". Сборник завершает библиография по карсту и пещерам, подготовленная фундаментальной библиотекой ПГУ и дополненная редколлекцией.

В очередном выпуске сборника "Пещеры" на основе анализа его содержания за 1961-1999 гг. введены новые разделы ("Искусственные подземные пространства", "Памятные даты").

Редколлегия

ГЕОЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС ПЕЩЕР
GEOLOGY AND GENESIS OF CAVES

Р. А. Цыкин

Красноярская государственная академия
цветных металлов и золота

**ПЕЩЕРЫ АРКТИКИ, СУБАРКТИКИ И ЗОНЫ МНОГОЛЕТНЕЙ
МЕРЗЛОТЫ**

R.A. Tsykin

CAVES OF THE ARCTIC, SUBARCTIC AND PERMAFROST ZONE

Caves Videspread in the warm humidic zone, in the Siberia from 52° to 56° Lat. But they are also in Arctic and in south part of the Permafrost zone. The main cave regions are Scandinavian Peninsula, Pinega-Severodvinsk region of the Russian plain, the south part of the Siberian cratone and in surraunding mountins. Caves of different hidrodinamic zone of the karst waters present there.

Спелеогенез по коррозионно-эрозионному механизму активно протекает в зонах гумидного достаточно теплого климата. По наблюдениям автора в Центральной Сибири [7], плотность пещер в карбонатных породах максимальна в полосе 52°-56° с. ш., а также в предгорном ярусе рельефа Алтае-Саянской горной области, на абсолютных отметках менее 800-1000 м н. у. м. В низкогорье и тем более в среднегорье в связи со снижением температур воздуха и развитием многолетней мерзлоты спелеогенез почти не протекает. На юге, в аридных условиях сухой степи и полупустыни (республика Тыва, Монголия), плотность пещер падает до очень низких значений, причем крупные спелеосистемы здесь пока не выявлены. Аналогичная картина характерна для районов северной тайги выше 56° с.ш., особенно в районах развития многолетней мерзлоты. Так, в Енисейском кряже, где сравнительно много карбонатных пород рифея, несколько малых пещер известно только в долине Ангары. Самая северная полость Енисейского кряжа (примерно, 61° с. ш.), образовалась в доломитах венда на площади Порожинского

месторождения марганца. Это простой колодец глубиной 3 м, расширяющийся книзу. Дно его запылыло многолетним льдом.

На Таймыре имеются гроты и ниши в известняках, частью в прирусловой части долин (реки Мамонтова, Тарей, Шренк), частью на склонах рядом с перелетовывающими снежниками. В этом случае совместным действием морозного выветривания, коррозии и гравитации образованы простые гроты и ниши, чаще же – поверхностные формы карста (щели, ложины, останцы, карры). Обычная ситуация в северных лесотундровых и тем более тундровых ландшафтах – заполнение льдом полостей в средней, верхней частях склонов и на междуречьях. Лишь в долинах, в связи с высокими половодьями и неоднократными паводками, лед за летний сезон деградирует, поэтому карстовые гроты могут быть осмотрены и задокументированы.

В Центральной Сибири в зоне 52°-56° с.ш., свободной от многолетней мерзлоты или с ее очаговым развитием, получило распространение пещерное оледенение, характерное для привходовых частей крупных и значительных пещер. Малые полости могут быть наполовину и более заполнены льдом, препятствующим их исследованию. Существует не менее четырех механизмов оледенения пещер Сибири – накопление метелевого снега в колодцах и шахтах; выхолаживание стенок мешковидных полостей из-за повышенной плотности холодного воздуха; выхолаживание галерейных и галерейно-гrotовых пещер, входы которых открыты для устойчивых ветров зимнего периода; зимняя конденсация водяного пара на верхнем этаже значительных и крупных пещер в процессе воздухообмена. Это обстоятельство отражено в названиях пещер со значительными скоплениями льда (Ледяная, Ледопадная, Холодильник, Студеная).

Все же на севере Евразии есть гипсовые, известняковые и ледовые пещеры. Группировка гипсовых пещер с высокой плотностью (более 300 на 1000 км²) исследована в Пинего-Северо-Двинской карстово-спелеологической области. Она относится к числу наиболее полно спелеологически изученных в России, поэтому описывать эти объекты излишне. Граница развития многолетней мерзлоты лежит здесь на 66°15' с.ш., севернее наиболее закарстованных площадей [3]. Сезонное и многолетнее оледенение в гипсовых пещерах представлено многообразно. Исследователи отмечают большое значение инфлюационных вод в регулировании подземного оледенения.

В Скандинавии, в карбонатных породах каледонид Норвегии и Швеции, известны крупные и значительные пещеры. Явная "спелеологическая аномалия" этой северной области обусловлена отепляющим и увлажняющим влиянием Североатлантического течения. Норвегия славится гидроэнергетическими ресурсами. Энергией воды созданы и пещеры здешних карстово-спелеологических районов. Они имеют спелеоформы, образованные в зонах нисходящей циркуляции (вадозной), колебания уровня и насыщения (фреатической).

Большинство пещер в известняках расположено между 65° и 68° с. ш. Известны 34 пещеры длиннее 1000 м (крупнейшие – Оксхола-Кристорла, 9,5 км / -300 м и Грэфкелен, 3,7 км / -315 м) и 23 полости глубже 100 м

(Раггеярве, -620 м; Ларсхолет, -326 м). Это типичные полости "речного" типа, образованные в бортах фиордов при поглощении воды с площадей развития некарстующихся пород. В борту Сёр-фиорда описана пещера Опсала с решетчатой системой ходов, а в долине реки Спанс – пещера-меандр, образованная при почти полном поглощении водного потока и его выходе ниже по течению [1]. Ж. Корбель отнес Норвегию к важнейшим карстово-спелеологическим районам Северной Европы [8].

На севере Швеции, в карстовом районе Артфьеллет, также есть пещера-меандр Сотсбекс. Общая протяженность обводненных ходов пещеры составила 1650 м при перепаде высот между понором и воклюзом 250 м [1].

Д. Форд и П. Уильямс [9] со ссылкой на исследования шведского профессора С. Е. Лауритцена, отмечают спелеогенетическую роль двух специфических типов подземных вод в гляциальной обстановке. Первый – талые воды ледников, фильтрующиеся в известняки. Они создают подглетчерные нисходящие фреатические пещеры (Квитхол, Норвегия). Второй – воды, возникающие при таянии льда под давлением и при трении о коренное ложе. Их работой сформированы фреатические восходящие подглетчерные полости (Гломбал района Свартисен). Д. Форд отмечает наличие в Канаде гляциотектонических полостей разной морфологии, в частности, под улицами Монреаля, где они вызывают провалы и просадки грунта.

В развитии арктических пещер большую роль сыграли резкие изменения климатических условий в геологическом прошлом, особенно в межледниковья. Климатологи рассматривают голоцен также как межледниковье, на протяжении которого климат существенно изменялся. В эпоху климатических оптимумов неоплейстоцена и голоцена граница леса существенно продвигалась к северу, граница мерзлоты отступала. В Канаде, Скандинавии и на северо-востоке Восточно-Европейской равнины создавались более благоприятные условия для развития карста и пещер. В частности, в Пинего-Северо-Двинской области выделяют до трех генераций пещер неоплейстоцена и голоцена [6]. В Канаде в зоне сплошной многолетней мерзлоты выявлены реликты пещер с натечными отложениями по данным определения абсолютного возраста, имеющими неогеновый (?) возраст [8]. Эти пещеры возникли до наступления последнего ледникового периода. Аналогичные спелеоформы возможны в Скандинавии, на Северном Урале, в Якутии, Забайкалье и др. Здесь же вероятны гидротермокарстовые полости раннего кайнозоя и мезозоя, частично не заполненные отложениями.

В Арктике, в связи с понижением границы хионосферы до земной поверхности и ниже (мерзлота), специфичной карстующейся породой становится лед. В покровных ледниках Гренландии, Шпицбергена и других островов Северного Ледовитого океана в нем есть значительные ледниковые пещеры, образованные водными потоками, циркулирующими в толще льда в теплый период года. Фактором коррозии в ледниковых пещерах становится также воздух. Аналогичные образования исследованы в горно-долинных ледниках Тянь-Шаня [4] и на Камчатке.

В зоне многолетней мерзлоты в карбонатных породах возвышенных местностей (предгорий, кряжей, плато) пещеры очень редки и преимущественно малы по размерам. Но и на этих территориях есть заслуживающие внимания карстово-спелеологические районы и отдельные крупные спелеообъекты. По материалам сибирских карстоведов Г. П. Вологодского, С. С. Коржуева, А. Г. Филиппова и других автор описал главнейшие пещеры зоны развития многолетней мерзлоты Сибири по состоянию на 1989 г. [7]. Недавно В. Н. Дублянский дополнил эту сводку последними данными, применив схему спелеологического районирования А. Б. Климчука [2].

Крупные пещеры (Аргараканская, Ботовская и др.), группировки значительных и малых спелеоформ расположены в южной пограничной полосе развития многолетней мерзлоты, где ее мощности не превышают 30-50 м и где есть многочисленные талики. Пещеры расположены большей частью в бортах речных долин, но известны они и в береговой зоне Байкала. Судя по комплексам террас, эрозионные врезы крупных рек составляют в постплиоценовую эпоху 100-250 м. В бортах речных долин вскрыты древние каналы разгрузки подземных вод. Определенную спелеогенетическую роль играют сравнительно резкие колебания уровней рек, достигающие 20-30 м в течение года. Половодные и паводковые уровни способствуют протаиванию пород коренного берега и удалению ледовых пробок галерейно-гrotовых полостей в гидродинамических зонах периодического колебания уровня и насыщения. Многолетние климатические циклы похолодания-потепления и увлажнения-сухости также в определенной мере способствуют спелеогенезу.

В кембрийской системе Иркутского амфитеатра и бассейна Верхней Лены нефтепоисковые скважины выявили переслаивание сульфатных, карбонатных пород и каменной соли. В ходе гипергенеза при восходящих движениях неотектонического этапа эта последовательность сначала обессоливается, затем частично или полностью десульфатизируется. Кроме того, проявляется раздоломчивание карбонатных пород. Длительная гипергенная эволюция кембрийских отложений повышает их водопроницаемость и подготавливает условия для очагового спелеогенеза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гвоздецкий Н. А. Карст. М.: Мысль, 1981.
2. Дублянский В. Н. Из истории отечественной спелеологии (вторая половина XX в.) // Пещеры. Пермь, 1999. Вып. 25-26.
3. Игловский С. А., Малов А. И., Шварцман Ю. Г. Динамика южной границы многолетнемерзлых пород в Архангельской области в связи с динамикой подземных вод и изменениями климата // Матер. регион. конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Томск, 2000. Т. 1.
4. Михайлев В. Н. Ледниковые пещеры Киргизии // Пещеры. Пермь, 1990. Вып. 22.
5. Пещеры Северо-Двинской карстовой области. Л., 1974.
6. Торсуев Н. П., Левин С. А. Географические аспекты изучения равнинного карста. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1980.

7. Цыкин Р. А. Карст Сибири. Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. ун-та, 1990.
8. Corbel J. Les karsts du Nord-Ouest de l'Europe. Lyon, 1957.
9. Ford D., Williams P. Karst Geomorphology and Hydrology. London: Unwin Hyman, 1989.

Г. Н. Амеличев

Таврический национальный университет, Симферополь, Украина

К ПРОБЛЕМЕ АНТАРКТИЧЕСКОГО КАРСТА

G. N. Amelichev

TO A PROBLEM OF THE ANTARCTIC KARST

The article analyses for the first time the main conditions of karst development in the Antarctic continent. Territories of karstic rocks (limestones, dolomites, marbles) outcropping to the surface are outlined; their total area is as large as 3000 km². It is supposed that there exist ancient (pre-glacial) karst caves which remnants are preserved with glaciers. The most promising for direct exploration are the caves of non-karst genesis resulted from volcanos and glaciers activity.

Глобальный обзор географического распространения карста, проведённый отечественными [12, 25] и зарубежными [37, 42, 43] карстоведами, показал, что это явление имеет широкое развитие на поверхности суши, обладает специфическими особенностями, обусловленными характером геологической основы, физико-географической обстановкой и палеогеографией территории. С разной степенью подробности изучены практически все уголки земного шара, где имеет место карст. Составлены обзорные карты карстовых областей Земли [12, 37] и потенциальной карстовой денудации суши [33].

Несмотря на обстоятельность описаний мирового карста, вне поля зрения исследователей оказался такой огромный участок суши, как Антарктида (13,9 млн км²). Такое "невнимание" объясняется двумя причинами. Во-первых, в полярных и горных районах, покрытых снегом и льдом, и в зоне многолетнемерзлых пород едва ли можно говорить о каком-либо поверхностном или подземном растворении. Во-вторых, даже те коррозионные формы, которые могли бы развиваться, почти без следа уничтожены процессами денудации, среди которых решающая роль принадлежит ледниковой экзарации. В Гренландии и Антарктиде поверхность породы недоступна для изучения, так как, за исключением нунатаков, покрыта мощной толщей льда [35].

В то же время имеются литературные источники, характеризующие особенности карстового процесса в условиях многолетней мерзлоты [21, 26, 35].

Нами делается попытка проанализировать потенциальные возможности

развития карста, оценить наличие и взаимосвязь основных условий карстообразования в обстановке холодного антарктического климата. С учетом интереса спелеологов к новым оригинальным подземным объектам, не связанным с карстом, он выделил в пределах южного материка наиболее перспективные в этом отношении области. В основу статьи легли материалы исследований, полученные в ходе антарктических экспедиций российских и зарубежных учёных, опубликованные большей частью в сборниках "Антарктида".

Классическими объектами изучения современной спелеологии являются карстовые полости. Основные морфогенетические процессы, участвующие в их образовании – коррозия, эрозия и гравитация. Если последние два процесса не обязательно участвуют в спелеогенезе, то следы коррозионного воздействия присутствуют всегда. Д. С. Соколов выделяет четыре основных условия развития карста [28]. Совпадая в пространстве и времени, они всегда приводят к образованию поверхностных и подземных карстовых форм.

Наличие растворимых горных пород. Кроме карбонатных отложений других легкорастворимых пород в Антарктиде нет. Выходы известняков, доломитов и мраморов группируются по периферии чехла осадочных бассейнов, на границах с различными складчатыми комплексами горного обрамления (рис. 1). Возраст карстующихся пород – от архейского до пермского. Карбонатные осадки архея составляют 5-10% общего объема зонотемы [29]. Сведения об их химическом составе не приводятся. В отдельных образцах мраморизованных доломитов 7-8% приходится на алевритовые зерна кварца и 2-3% – на агрегаты силлиманита и мусковита. Следовательно, в нерастворимом остатке карбонатов преобладает SiO_2 , который, производя дополнительное абразивное воздействие, может усиливать карстообразование. Мощность карстующихся пород колеблется от первых метров до первых сотен метров. Покровные отложения отсутствуют либо представлены мало мощным моренным материалом.

Имеющиеся данные позволяют более подробно рассмотреть условия развития карстующихся пород на конкретных участках материка (рис.1).

1. *Полуостров Тринити.* Карстующиеся породы представлены в восточной части полуострова прослоями известняков, входящих в мощную (13 км) толщу пермских граувакков, сланцев, конгломератов и аркозов [4, 5]. Суммарная площадь коренных обнажений составляет 25 км². Часть скальных выходов представлена мелкими антиклинальными и синклинальными складками с углами падения крыльев 30-50°, часть – блоками моноклинального (10°) залегания.

2. *Хребет Херитидж (горы Элсуэрта).* Карстующиеся породы входят в карбонатно-терригенную свиту Минарет (Уеберс) молласовидной серии Херитидж. Свита обнажена в северной части хребта, в осевой зоне главной антиклинали. Ее мощность составляет 1000 м, возраст средневерхнекембрийский. Она залегает на вулканогенно-терригенных породах

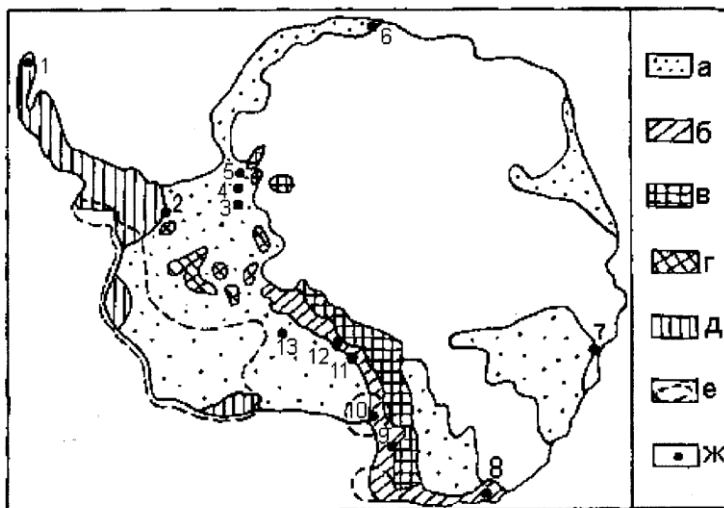


Рис. 1. Схема осадочных бассейнов Антарктиды ([19] с дополнениями автора):

а – чехол осадочных бассейнов. Комплексы обрамления: б – поздне-докембриско-раннепалеозойский складчатый; в – познедокембрический-раннемезозойский складчатый гор Элсуорт; г – среднекембрический складчатый; д – познемезозойский складчатый Западно-Антарктической системы; е – область локальных проявлений кайнозойского вулканизма [27]; ж – выходы карстующихся пород: 1 – п-ов Тринити, 2 – хребт Херитидж, 3 – хребт Арджентина, 4 – хребт Шеклтона, 5 – хребт Нептун, 6 – район станции Новолазаревская, 7 – оазис Бангера, 8 – Берг Осга, 9 – Земля Виктории, 10 – район станции Мак-Мердо, 11 – ледник Нимрод, 12 – ледник Бирдмор, 13 – горы Королевы Мод.

свиты Либерти и представлена песчаниками и алевролитами с горизонтами аргиллитов и серых верхнекембрических известняков. В песчаниках нижней части свиты имеется еще три горизонта известняков [32]. Карстующимися породами в этом районе занято около 1800 км².

3. *Хребт Арджентина*. Карбонатные отложения представлены светлосерыми известняками с комплексами среднекембрической фауны. В коренных выходах эти породы не изучались. Их исследование проведено по моренным отложениям, покрывающим склон г. Феррара.

Эрратические валуны представлены органогенными известняками, содержащими трилобиты, остатки брахиопод, кониконхии и онколиты [31].

4. *Хребт Шеклтон*. С севера на юг хребт вытянут на 50-65 км. У южной окраины массива, на г. Вегенер, выявлена карбонатно-сланцевая пачка [13]. Она и состоит из переслаивающихся слабо мраморизованных известковистых доломитов, известковисто-доломитовых песчаников и кварц-хлорит-серицит-карбонатных сланцев (рис. 2). Преобладающими в разрезе являются слабо мраморизованные известковистые доломиты и известковисто-доломитовые песчаники мощностью 70 м. Породы сильно трещиноваты. Отдельные выходы черных глинистых известняков известны в СЗ части хребта у г. Провендер [28].

5. *Хребет Нептьюн (горы Пенсакола)*. Верхнекембрийские карстующиеся отложения обнаружены в южной части хребта. Свита Нельсон представлена известняками и светлыми песчанистыми известняками с прослоями известково-алеуритистых глин, алеуритов и известковистых песчаников мощностью до 500 м [46]. В отдельных выходах известняки чередуются с оолитовыми и глинистыми доломитами [5].

6. *Район станции Новолазаревская*. Здесь имеются два участка, где встречены карстующиеся породы протерозойского возраста. Первый расположен в СЗ части гор Герман (72°30' ю. ш., 40°00' в. д.) и представлен локальными обнажениями графитсодержащих мраморов [29], второй – в горах Гумбольдта (форстеритовые мраморы). Небольшой участок коренного залегания мрамора известен в 8-10 км к западу от станции Новолазаревская.

7. *Оазис Бангера*. В пределах оазиса закартировано несколько скальных выходов докембрийских кальцефиров и мраморов [4].

8. *Берег Отса*. В западной части Берега Отса древние геосинклинальные осадки представлены кварц-хлорит-серицитовыми сланцами, известковистыми сланцами и метаморфизированными известняками общей мощностью 1400 м [5].

9. *Земля Виктории*. Карбонатные отложения с фауной кембрийского возраста встречены в восточной части Земли Виктории на склоне одного из нунатаков [32]. Характер залегания, возраст, петрографический и минералогический состав горных пород оазиса Бангера, западной части Берега Отса и восточной части Земли Виктории сходны с геологическими условиями Австралии. Некогда эти территории составляли единую Росско-Аделаидскую геосинклинальную систему [29]. Ее австралийская часть хорошо известна своим карстом в кембрийских известняках и доломитах [12].

10. *Район станции Мак-Мердо*. В районе залива и станции Мак-Мердо выделяются две группы метаосадочных рифейско-нижне-палеозойских пород: Скелтон и Кетлиц. Первая включает в себя известняки с прослоями алеуритов и кварцитов общей мощностью до 3 км (формация Антилл), вторая – кристаллические сланцы и мраморы с остатками археоциат мощностью 7 км (серия Росс) [4, 5]. Общая площадь, занятая выходами известняков и мраморов, составляет 875 км². Отдельные выходы карстующихся пород расположены в 50-60 км от вулкана Эребус.

11-12. *Район ледников Нимрод и Бирдмора*. Складчатые рифейско-нижнепалеозойские отложения Трансантарктического хребта в районе ледников представлены толщей кристаллических сланцев, гнейсов, мраморов, кварцитов и известняков мощностью около 3 км. Карбонатные породы, состоящие из известняков и доломитовых известняков, образуют формацию Шеклтон и приурочены к ядрам синклинальных складок [5, 28].

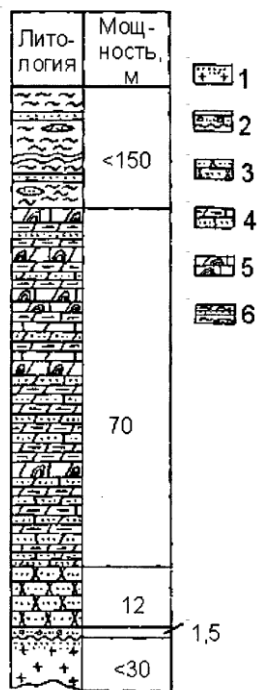


Рис. 2. Разрез верхнепротерозойских отложений на горе Вегенер[13]:

1 – порфиروобластовые граниты и их кора выветривания; 2 – красноцветные продукты выветривания гранитов; 3 – кварцито-песчаники; 4 – кварц-хлорит-серицит-карбонатные сланцы и извест-ковисто-доломитовые песчаники; 5 – строматолитовые известковистые доло-миты; 6 – филлиты и филлитовидные сланцы с прослоями метапесчаников

13. *Горы Королевы Мод*. Обнаружено обнажение карбонатных отложений со следами кембрийской фауны [32].

Кроме того, имеются указания на присутствие карстующихся пород в районе ледосборного бассейна ледника Ламберта. От 10 до 20% всего осадочного комплекса пород на шельфе индийского сектора Южного океана представлено известняками [5].

Наличие водопроницаемости пород. Проницаемость пород обеспечивается наличием в них открытых пор, трещин, каверн и может зависеть от условий залегания, тектонических особенностей территории и других факторов. Анализ геологических условий показал, что большинство обнажений приурочено к осевым частям и крыльям антиклинальных и синклинальных складок. Эти структуры наиболее подвержены напряжениям растяжения в земной коре, что способствует развитию в них зон повышенной трещиноватости. Согласно [13], породы повсеместно кливажированы, нередко в нескольких направлениях.

Кроме пликативных в Антарктиде имеются крупные дизъюнктивные нарушения, вдоль которых наблюдаются положительные геотермические

аномалии. Один из активных раскрытых тектонических разломов найден на дне оз. Радок (оазис Эймери). Его глубина составляет 346 м. В других случаях на таких участках располагаются крупные выводные ледники. Помимо тектонической трещиноватости широкое развитие получили морозобойные трещины, играющие существенную роль в развитии склоновых форм рельефа. Кратковременно и локально по ним могут циркулировать небольшие объемы талых вод.

Другим важным фактором развития карста является залегание пород. Геологические карты [4] свидетельствуют, что углы падения в пределах развития карбонатных отложений колеблются от 10 до 70°, редко достигая 80°. В целом это благоприятные условия для проникновения вод в глубь горной породы.

Наличие движущихся вод. Карст в Антарктиде может развиваться только под влиянием стока, который формируется за счет таяния ледниковых и снежных масс. В летнее время под воздействием интенсивной солнечной радиации локальные потоки талых вод образуются в прибрежной полосе ледяного покрова и у нунатаков. Ее суммарное годовое значение достигает 90-95 ккал/см² [10], из которых более 50% приходится на лето. Несмотря на постоянную отрицательную температуру воздуха, это позволяет меланократовым породам и поверхностям скал, покрытым корой темного пустынного загара, уже в сентябре прогреваться до положительных температур, в январе – в среднем до 8°C, при локальных максимумах до 33°C. Наблюдения, проведенные в 1960-1961 гг. [6], показали, что на высотах 1000-2400 м температура отдельных обнажений составляла 2-10°C. В этот период скальный и моренный субстрат протаивает до глубины 50-80 см, что приводит к движению воды по поверхности или в подповерхностном оттаившем слое.

Кроме солнечной радиации существуют иные источники тепла, обеспечивающие существование воды в жидкой фазе. Это геотермические потоки тепла, энергия экзотермических процессов, трения движущихся ледников, надкритической мощности ледникового покрова. Как установлено последними исследованиями, приоритетная роль отводится последнему из источников. Его обнаружение привело к открытию важного для карстообразования парадокса – отсутствию многолетней мерзлоты на участках, где мощность ледникового покрова превышает 3 км. Об отсутствии "вечной мерзлоты" под ледниковыми покровами еще в 1898 г. говорил русский естествоиспытатель Н. М. Козьмин [14]. В настоящее время выявлено, что с повышением давления в ледниковом покрове температура плавления льда снижается на 0,69°C на каждые 1000 м ледника [23]. Это значит, что под наиболее мощными (3-4 км) ледниковыми покровами может находиться большое количество переохлажденных вод, сохраняющихся в жидкой фазе. По расчетам австралийских гляциологов на 70% площади Антарктиды идет таяние льда со средней скоростью 1-3 и максимальной – 6 мм/год. Талая вода скапливается в углублениях ложа, образуя подледные незамерзающие озера. Их наличие было выявлено с помощью радиолокационной съемки и подтверждено бурением на станции Бёрд (в скважине, достигшей каменного ложа, вода

поднялась на 60 м) и станции Восток, где обнаружено самое крупное одноименное подледное озеро, по размерам сравнимое с Онтарио. Оно находится на глубине 3740 м и имеет глубину воды около 600 м [11].

Расчетами на ЭВМ площадей талого льда, изучением их распределения по территории и сопоставлением с областями развития карстующихся пород выявлено, что области таяния и намерзания представляют собой кольцевую структуру, в которой промороженную зону кое-где прорывают крупные выводные ледники, образующие своеобразную дренажную сеть со стоком в море (рис. 3). Остальная часть воды из внутренней области таяния стекает к примороженной к ложу части ледникового покрова, образуя подледные озера. Эта система работает при высоком (около 300 атм.) гидростатическом давлении и непрерывно пополняется за счет таяния льда. Весьма вероятно, что при отсутствии подледного мерзлого грунта часть талой воды уходит в глубь горных пород. Можно предположить, что, поступая под таким давлением в недра континента в течение многих миллионов лет, она вносит изменения в геологические структуры, минералогический состав и коллекторские свойства карстующихся пород.

Значительные количества воды формируются под выводными ледниками. Их быстрое движение создает условия для таяния. Дополнительным источником тепла, возможно, служит повышенный геотермический поток, который обычно наблюдается в разрывных зонах, к которым приурочены выводные ледники. По этим же зонам движутся талые подледные воды из внутренней области таяния к внешней, гидравлически объединяя обе зоны. В целом таяние на ложе таких ледников может быть на 1-2 порядка больше, чем в центральных районах Антарктиды [23]. Соответственно, и скорость растворения карстующихся пород здесь значительно выше. Не исключено, что именно с разрывными зонами ложа выводных ледников связаны огромные подводные полости, обнаруженные германскими подводными лодками в Антарктиде в годы второй мировой войны, в которые так и не удалось проникнуть позже американцам [9, 22].

Вероятно, что эти полости являются зонами субмаринной разгрузки талых вод, формирующейся во внутренней области таяния. Фрагментом такой области, очевидно, выступает обнаруженная недавно на одном из антарктических островов карстовая пещера, репортаж о которой передан в апреле 1996 г. по телевидению (ОРТ).

Общее количество воды, образующейся у нижней поверхности антарктического ледникового покрова, оценивается в 50 км^3 [16]. По расчетным оценкам [18] только из-под выводных ледников, питающих шельфовый ледник Росса, ежегодно вытекает до 4 км^3 пресной воды. Подледный поток, имеющий расход около $100 \text{ м}^3/\text{с}$, дренирует бассейн ледника Ламберта. Попадая в иные термобарогеохимические условия, вода намерзает на нижнюю поверхность шельфовых ледников со скоростью около 1 мм/год . Процесс намораживания пресной воды на нижнюю поверхность ледников наблюдается и в других районах. Он фиксируется по данным петрографического, изотопного и физико-

химического анализом, полученным при изучении отколовшихся от материкового льда и перевернувшихся айсбергов [23]. Кроме того, исследования шельфовых областей и подводных желобов выводящих ледников выявили значительные скопления донных отложений пресноводного генезиса.

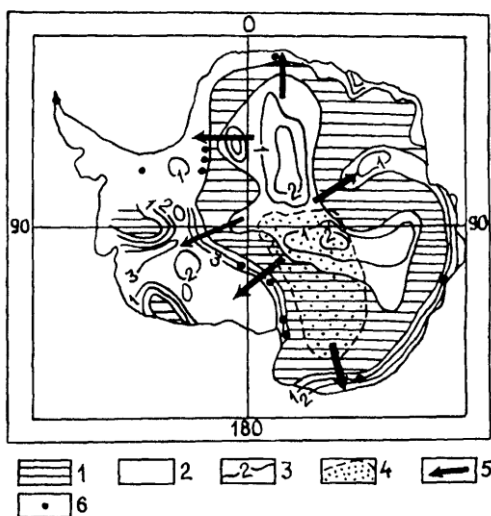


Рис. 3. Области таяния и намерзания на нижней поверхности Антарктического ледникового покрова ([10, 23] с дополнениями автора):

1 – область намерзания, 2 – область таяния, 3 – интенсивность подледникового таяния (мм/год), 4 – подледниковое озеро Восток, 5 – направление подледникового стока, 6 – области развития карстующихся пород

Наличие агрессивности вод. Это условие подразумевает способность поверхностных и подземных вод к разрушению кристаллической решетки минерала и переводу вещества в раствор. Оно обеспечивается набором агентов карстовой коррозии и зависит от температуры, кислотности, минерализации воды и некоторых других факторов. Л. Якуч [35] дает следующую оценку доли участия отдельных агентов коррозии в карстообразовании для высокогорной и перигляциальной зон, к которым Антарктида по своим параметрам стоит ближе всего: атмосферная CO_2 – 45, CO_2 неорганического происхождения – 5, биогенная CO_2 – 30, неорганические кислоты – 5 и органические кислоты – 15%. Однако гидрохимические исследования природных вод Восточной Антарктиды [8] показали, что набор и долевое участие агентов коррозии на южном материке имеют значительные отличия. Из-за отсутствия высшей растительности роль биогенной CO_2 сводится к нулю, а доля органических кислот оценивается в 1-2% только в береговой зоне, наиболее густо заселенной морскими животными, мхами и лишайниками. Характерной особенностью атмосферных осадков

Антарктиды, выпадающих только в твердом виде, является отсутствие ионов HCO_3^- (таблица).

**Гидрохимическая характеристика природных вод Антарктиды
(18), переработано автором)**

Природные воды	Химический состав, % экв.						Минерализация, г/л	pH
	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+		
Атмосферные осадки (снег)	–	52	48	33	43	24	5,9	5,2
Талые воды скал и морен	39	13	48	27	28	45	151,1	7,0

Для образцов снега, затронутых таянием, отмечается увеличение минерализации до 20–48 мг/л по сравнению со свежевывпавшим снегом и увеличение относительного содержания SO_4^{2-} по сравнению с Cl. Причинами этого являются процессы испарения и таяния в условиях отрицательных температур воздуха, ведущие к концентрации и дифференциации солей в снеговой толще. Многократное повторение промерзания и оттаивания приводит к образованию грунтовых вод с высокой жесткостью. Они оставляют тонкие налеты солей кальция на прогреваемых породах [4, 32]. Аналогичные процессы наблюдаются в Канадской Арктике на о. Девон [40].

Проведенный анализ основных условий развития карстового процесса в Антарктиде показывает, что карст вполне реально может существовать в экстремальной обстановке полярного климата. Этому способствуют значительные площади и объемы карстующихся, интенсивно трещиноватых пород, огромные запасы высокодинамичных и агрессивных вод. Пространственное совмещение схем, графически отражающих характер основных условий карстообразования, позволяет определить области с более высокой вероятностью встречаемости карстовых явлений. Это окрестности ледников Бирдмора, Нимрод, хребтов Арджентина, Шеклтон, Нептьюн, полярной станции Новолазаревской и др.

Следует учитывать и морфологическую специфику антарктического карста. На свободных ото льда участках поверхности карстовый процесс контролируется температурой воздуха. Время его действия настолько мало, что карстовые формы не успевают приобрести классическую морфологию и проявляются лишь в виде слегка моделированных коррозией поверхностей скал. Более длительное действие таких интенсивных рельефообразующих процессов, как морозное выветривание и ледниковая экзарация, препятствует сохранению возможно формирующихся в оптимальных условиях более крупных карстовых форм. Отсутствие "конкурирующих" процессов в недрах материка и набор геолого-гидрогеологических факторов, благоприятствующих развитию карста, делают реальным существование крупных подземных полостей и их систем. Отсутствие в отчетах антарктических экспедиций сведений о карстовых формах еще не означает, что они не существуют на самом деле. Ведь имеются же

небольшие пещеры, исследованные В. Дэвисом, на Земле Вульфа в Гренландии (80° с. ш. [43]). Не исключено, что и в Антарктиде будут найдены следы классического карста, связанные с древними эпохами, более благоприятными для карстования. О существовании таких эпох свидетельствуют отложения девонских и пермско-карбоновых углей, ископаемые остатки теплолюбивой юрской и меловой флоры и фауны [34], а также находки "пещерной брекчии" [39].

Спелеологические объекты не исчерпываются карстовыми полостями. Детальная генетическая классификация подземных полостей включает 2 группы, 3 класса, 14 подклассов и 27 типов их представителей [15]. Наиболее распространенным в Антарктиде является гляциогенный подкласс, представленный ледниковыми пещерами абляционного и дислокационного типа. Полости первого типа выработаны в ледниковом льде, телах снежников и наледей. Они подразделяются на три подтипа: термоэрозионные, термоабразионные и тектотермические. Первые два подтипа полостей формируются в летний период, когда талые воды вырабатывают в приповерхностных слоях льда туннели и гроты, а талые морские воды – ниши и маленькие пещеры в теле формирующихся айсбергов [17]. К подтипу тектотермических полостей следует отнести подледниковые пространства, заполненные водой незамерзающих озер Радок, Унтер-Зее и Обер-Зее [7, 20]. Разломный характер их котловин несомненен. Это самые глубокие озера материка (соответственно 346, 147 и 55 м). Их гидротермика и гидрохимия свидетельствуют о локальном подтоке внутреннего тепла Земли. Тектотермический и термоэрозионный подтипы, сочетаясь, могут способствовать формированию провальных форм, механизм образования которых описан Б. Р. Мавлюдовым [24].

Ледниковые пещеры дислокационного типа образуются в результате гляциодислокаций при движении покровных ледников и по условиям формирования напоминают дилатансионные, гравитационные и дизъюнктивные полости. Они могут быть развиты в толще крупных выводных ледников Бирдмора, Ламберта, Нимрод, Слессора и др., в местах резких перегибов коренного ложа. Полости этого типа ярко представлены в языковой части ледников. По ним происходит отседание и обрушение отдельных блоков, образующих айсберги. Полости гляциогенного подкласса – короткоживущие "эфимерные" спелеоформы, зависящие от динамичности вмещающих их снежно-ледовых масс. Их изучение значительно расширит круг интересов современной гляциоспелеологии. На базе ледниковых пещер в практическом плане возможно проектирование и строительство искусственных под- и внутриледниковых сооружений хозяйственного и научного назначения. Примером является построенный в 1960 г. в толще гренландского ледникового покрова на глубине 20 м от поверхности городок Кемп-Сенчури.

Вторым по распространенности можно назвать вулканогенный подкласс полостей. В Антарктиде большие площади приурочены к кайнозойскому вулканогенному комплексу (рис. 1), в котором встречаются проявления древнего и современного вулканизма [27]. В настоящее время насчитывается

около 20 потухших и активных вулканов, среди которых выделяется Эребус (3794 м). Он расположен в окрестностях полярной станции Мак-Мердо (77°32' ю. ш., 167°09' в. д.). Диаметр его старой кальдеры равен 12 км, молодой внутренней – 3 км. На дне кратера имеется небольшое лавовое озеро. По описаниям Г. Тазиева [33] в январе 1977 г. произошло крупное извержение Эребуса. Вначале уровень лавы в озере поднялся на 50 м. Затем в 800 м ниже кратера в склоне образовалась огромная трещина, по которой наблюдалось излияние. В результате лавовое озеро осушилось. Очевидно, освободилась от расплава и верхняя часть жерла. При этом образовалась классическая экструзивная полость. В окрестностях кальдеры Эребуса встречаются также онкосовые пещеры, в которых Г. Тазиев устраивал походные лаборатории. Эти спелеоформы образованы в твердой базальтовой породе и во льду фумарольными эксгаляциями. Часто входы в такие полости зияют в основании вычурных полых башен, порожденных обледеневшими фумарольными парами. Не исключено, что подобные пустоты существуют и в районах менее активного вулканизма. Там же, при наличии карстующихся пород, могут формироваться гидротермокарстовые полости.

Анализ основных условий развития карста в Антарктиде показал, что это особый тип полярного карста, функционирующий в крайне неблагоприятной климатической обстановке. Влияние климата, связанных с ним денудационных процессов, гляциологических, геологических и гидрогеологических особенностей материка выразилось в отсутствии форм поверхностного карста и наличии благоприятных условий для развития спелеоформ. Этим антарктический карст резко отличается от других типов. Приведенная характеристика лишь частично устраняет пробел в географическом описании мирового карста. Крайне необходимо включение вопросов карстолого-спелеологической тематики в программы полярных исследований и привлечение соответствующих специалистов к работам антарктических экспедиций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Амеличев Г. Н. Карстовый потенциал и спелеологическая перспективность Антарктиды // Свет. 1996. № 1 (14).
2. Амеличев Г. Н. Новые данные о гидрогеологии карста Антарктиды // Свет. 1997. № 2 (17).
3. Амеличев Г. Н. Антарктида: карст и спелеопрогноз // Природа. 1998. № 3-4 (16-17).
4. Атлас Антарктики. М.; Л.: ГУГК МГ СССР, 1969. Т. 1.
5. Атлас Антарктики. Л.: ГМИ, 1969. Т. 2.
6. Бардин В. И. Горы Земли Королевы Мод (Восточная Антарктика). М.: Наука, 1966.
7. Бардин В. И., Колосова Г. Н. Древнеледниковые осадки на берегу оз. Радок // Антарктика, 1988. Вып. 27.
8. Бардин В. Н., Шмидеберг Н. А. Особенности химического состава природных вод оазиса Эймери (Земля Мак-Робертсона) // Антарктика. 1982. Вып. 21.
9. Богатилов А. По следам СС в Тибет // Интересная газета. 1997. № 4 (42). Вып. 31.
10. Волошина В. Россия нашла "затерянный мир" в Антарктиде // Московские новости, 1997. № 38.

11. В т ю р и н Б. И. Геокриологический очерк оазиса Ширмахера // Антарктика, 1986. Вып. 25.
12. Г в о з д е ц к и й Н. А. Карст. М.: Мысль, 1981.
13. Г о л о в а н о в Н. П., М и х а й л о в В. М., Ш у л я т и н О. Г. Первые диагностируемые строматолиты Антарктиды и их биостратиграфическое значение // Антарктика. 1980. Вып. 19.
14. Д а н и л о в И. Д. Подземные льды. М.: Недра, 1990.
15. Д у б л я н с к и й В. Н., А н д р е й ч у к В. Н. Спелеология (Терминология, связи с другими науками, классификация полостей). Кунгур, 1989.
16. Д у б л я н с к и й В. Н., О л и ф е р о в А. Н. Водные ресурсы континентов. Киев: УМК ВО, 1980.
17. З н а ч к о – Я в о р с к и й Г. А. Особенности начальных стадий современного осадконакопления // Антарктика. 1979. Вып. 18.
18. З о т и к о в И. А., З а г о р о д н о в В. С. Тепловой режим моря Росса под шельфовым ледником Росса // Антарктика. 1979. Вып. 18.
19. И в а н о в В. Л., К р а е в А. Г. Возможные пути изучения и освоения нефтегазовых ресурсов Антарктики // Антарктика. 1987. Вып. 26.
20. К а у п Э. Б., Л о о п м а н А. А. и др. Лимнологические исследования в оазисе Унтер-Зее // Антарктика, 1988. Вып. 27.
21. К о р ж у е в С. С. Карст и многолетняя мерзлота // Советские исследования карста за 50 лет. М.: МГУ, 1967.
22. Кто отравил Антарктиду? // Альтернатива. 2000. № 16.
23. Л о с е в К. С. Страна вечной зимы. Л.: ГМИ, 1986.
24. М а в л ю д о в Б. Р. Провальные явления на ледниках // Карстовые провалы. Екатеринбург, 1994.
25. М а к с и м о в и ч Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963.
26. П а р м у з и н Ю. П. Особенности карстового процесса в условиях многолетней мерзлоты грунтов // Общие вопросы карстоведения. М., 1962.
27. П о л я к о в М. М. Кайнозойский вулканизм и история оледенения Антарктиды // Антарктика. 1980. Вып. 19.
28. П о п о в Л. Е., С о л о вь е в И. А. Среднекембрийские беззамковые брахиоподы, ханцеллории, кониконхии и трилобиты Западной Антарктиды // Антарктика. 1981. Вып. 20.
29. Р а в и ч М. Г. Советские геологические исследования в Антарктике // Антарктика. 1977. Вып. 17.
30. С о к о л о в Д. С. Основные условия развития карста. М.: Геолтехиздат, 1962.
31. С о л о вь е в И. А., Г р и к у р о в Г. Э. Новые данные о распространении кембрийских трилобитов в хребтах Арджентина и Шеклтон // Антарктика, 1979. Вып. 18.
32. С о л о вь е в И. А., П о п о в Л. Е., С а м с о н о в В. В. Новые данные о верхнекембрийской фауне гор Элсуэрт и Пенсакола // Антарктика. 1984. Вып. 23.
33. Т а з и е в Г. На вулканах Суфриер, Эребус и Этна. М.: Прогресс, 1987.
34. Физическая география частей света / Под ред. А. М. Рябчикова. М.: Высшая школа, 1963.
35. Я к у ч Л. В. Морфогенез карстовых областей. М.: Прогресс, 1979.
36. V a l a z s D. Zonal and azonal condition of the areal distribution of karst // Karszt es Barlang, 1962.
37. V a l a z s D. The geographical distribution of karst areas // 7th Int Spel. Congr., Sheffield, 1977.

38. Corbel J. Le karst des regions polaires // Revue belge de Geogr., 1959.
39. Craddock J. P., Webers G. F. Probable cave deposits in the Ellsworth Mountains of west Antarctica // Proc. of the 8 Intern. Congr. of Speleology. 1981. Vol. 1.
40. Demangeot J. Dissolution et karstification a l'île Devon (Arctique canadien) // Memoires et Documents, 1975. V. 15.
41. Horn G. Uber die Bildung von Karsthohlen unter einem Gletscher // Norsk Geografisk Tidsskrift, Oslo, 1935. Vol. 5.
42. Kosack H. P. Die Verbreitung der Karst und Pseudokarster – scheinungen uber die Erde // Peterm. Geogr. Mitt. Gotha, 1952. № 1.
43. Mai R. Elements de karstologie physique // Spelunca. 1980. № 1.
44. Munc S. Uber Hohlen in Gronland // Akten III Int. Kongr. f. Speleologie. Wien, 1963. Vol. 11. Sect. 1.
45. Pulina M. Denudacja chemiczna na obszarach krasu weglanowego. Wroclaw: wyd. PAN, 1974.
46. Schmidt D. C., Ford A. B. Geology of the Pensacola and Thiel Mountains // Geology. Amer. Geogr. Soc. 1969. Pl. 5.

Б. Р. Мавлюдов
Институт географии РАН

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ ПЕЩЕР В ПРЕДЕЛАХ БЫВШЕГО СССР

B. R. Mavludov
**THERE ARE SHOWN REGULARITIES OF CAVES GLACIATION
ON THE AREA OF THE FORMER USSR**

Features of distribution of the caves with ice in territory of the former USSR are considered. The map is given.

Оледенение пещер на территории бывшего СССР изучено довольно слабо.

Постоянному оледенению подвержено примерно 10% всех известных карстовых полостей (в отдельных районах вне области развития многолетнемерзлых пород их количество достигает 50% [10]). В регионах, где зимние температуры воздуха опускаются ниже нуля, кратковременное и сезонное оледенение охватывает участки практически всех полостей.

Взаимодействие всех факторов, влияющих на оледенение пещер, настолько сложно, что на первый взгляд нет путей для выявления его географических закономерностей. Однако, как показывают исследования [3-7, 14], основными факторами оледенения пещер являются форма полости и внешние климатические условия (если принять водопиток в полости постоянным). Именно на основе учёта этих факторов предложено несколько моделей теплового режима пещер [3, 14, 23], причём первые из них посвящены пещерам с постоянным оледенением. Все модели построены для

горизонтальных пещер на основе разных принципов с использованием разных допущений. Анализ результатов, полученных с использованием моделей, показывает, что они довольно хорошо описывают тепловые процессы в пещерах. Это связано и с тем, что обычно льда в пещерах этого типа образуется много меньше, чем позволяет запас холода окружающих полость пород.

Использование модельных расчётов дало возможность рассчитать протяжённость зоны отрицательной температурной аномалии [13] в горизонтальных пещерах заданной морфологии [14] для разных климатических условий. Климатическая обусловленность размеров зоны отрицательной температурной аномалии в горизонтальных пещерах позволила подойти к выявлению основных закономерностей изменения оледенения пещер в соответствии с широтной зональностью и высотной поясностью.

Некоторое приближенное представление о характере взаимодействия внешнего и пещерного температурных полей можно составить на основании анализа соотношения средних минимальных зимних температур воздуха вне пещер и температуры массива пород, окружающих полость пещеры. Это можно сделать по предложенному нами температурному индексу оледенения пещер [16], который получен при анализе данных модельных расчётов. Индекс оледенения пещер (K)

$$K = -T_{ян} / (T_m - T_{ян}), \quad (1)$$

где $T_{ян}$ – средняя месячная температура воздуха самого холодного месяца (чаще всего января), T_m – температура массива пород, вмещающего полость. При неглубоком заложении карстовых полостей температура массива горных пород может быть приблизительно определена как

$$T_m = T_0 + a, \quad (2)$$

где T_0 – средняя годовая температура воздуха той местности, где находится полость, a – добавочный член, величина которого меняется от 2 до 6°C [19]. На рис. 1 показаны некоторые значения a для пещер разных частей бывшего СССР. Как видим, в приморских районах величина a невелика, но она растёт с увеличением континентальности климата и в горах. Для построения карты оледенения пещер нами принята средняя величина $a = 3^\circ\text{C}$ [14].

Таким образом, K – это коэффициент, показывающий степень возможного охлаждения массива пород за счёт зимних температур воздуха: чем выше значение K , тем больше степень охлаждения полостей. Оледенение пещер может быть развито в тех районах, где K принимает значения от 0 до 1 и выше. K принимает значение 1 на границе распространения многолетнемерзлых пород (при $T_m = 0$), а нулевое – на нулевой изотерме средней январской температуры воздуха.

Оледенение пещер развито там, где есть отрицательные температуры воздуха. Поэтому южная граница сезонного оледенения пещер может быть проведена по нулевой изотерме средней январской температуры, т.е. оледенение пещер возможно почти на всей территории бывшего СССР (рис. 1). Эфемерное оледенение привходовых частей пещер возможно и значительно южнее, до границы возможных отрицательных температур

воздуха. Северная граница сезонного оледенения в пещерах может быть проведена по нулевой изотерме средней месячной температуры июля. Практически таких условий на территории бывшего СССР нет. На территориях, где K принимает значения 0,0-0,25, развито только сезонное оледенение пещер, 0,25-1,0 – кроме сезонного возможно также и постоянное оледенение отдельных пещер; для районов, где K превышает 1,0 характерно постоянное оледенение большинства пещер.

Аналогичным образом будут располагаться границы сезонного оледенения пещер в горах. Например, для Кавказа такая граница может быть проведена на южном склоне на абсолютной высоте 500 м, на северном – по подножию хребта (около 100 м над уровнем моря). Верхний предел сезонного оледенения пещер может быть ограничен абсолютной высотой около 4000 м [17].

Южная граница распространения постоянного оледенения пещер различна для полостей разных типов. В равнинной части России эта граница проводится: для горизонтальных пещер при $K = 0,7$; для наклонных нисходящих пещер при $K = 0,25$; для вертикальных пещер при $K = 0,3$. Эти границы отражают климатические возможности оледенения пещер, но реальное оледенение пещер реализуется несколько по-другому. Так, граница постоянного оледенения наклонных нисходящих пещер в горах может быть проведена при $K = 0,25$, а на равнине её следовало бы провести при $K = 0,5$, что связано с отсутствием орографических возможностей оледенения пещер на равнине, поскольку уже при $K = 0,5$ минимальная глубина залегания постоянного льда в пещерах равна 25 м, а с уменьшением K эта величина растёт, что в равнинных пещерах для естественных полостей реализовано быть не может. Определение границ постоянного оледенения вертикальных полостей имеет смысл только для горных территорий.

В соответствии с индексом K можно оценить температурные интервалы, благоприятные для оледенения пещер. В табл. 1 показаны максимальные значения средней январской температуры воздуха вне пещер (при заданной средней годовой температуре воздуха), при которых ещё возможно оледенение пещер.

Таким образом, исходя из климата равнинной части России пределом распространения оледенения в горизонтальных полостях является изотерма средней годовой температуры воздуха вне пещер около 4,0°C. Для наклонных нисходящих пещер таким пределом является изотерма 10,0°C (в резко континентальном климате, например в Восточном Казахстане, пределом будет изотерма 12,0°C). Для вертикальных полостей температура воздуха вне пещер не является определяющей, но по имеющимся данным, она, видимо, не превышает 6,0°C.

На основе вышеизложенного, с использованием данные по температурам воздуха [18], построена карта "Оледенение пещер бывшего СССР", на которую вынесены зоны: оледенения всех пещер, постоянного оледенения части пещер, сезонного оледенения пещер (рис. 1, табл. 2). Так как сезонное оледенение пещер развито и в зоне постоянного оледенения части пещер, по существу наблюдается перекрывание этих зон.

Границы зон оледенения пещер в целом имеют положение, близкое к широтному, но в зависимости от степени континентальности климата они смещаются (в условиях приморского климата Прибалтики с мягкими тёплыми зимами – к северу, в условиях резко континентального климата Казахстана с долгими холодными зимами – к югу). Так, в пределах Западно-Сибирской равнины и Казахского мелкосопочника постоянное оледенение горизонтальных пещер возможно на значительной территории к югу от границы области многолетне-мёрзлых пород до 48° с. ш., в то время как на западе Европейской равнины территория возможного оледенения горизонтальных пещер ограничена с юга 62° с. ш. [14, 15]. В горных районах границы зон оледенения пещер проводятся аналогично границам на равнине, но меняются для разных горных стран (табл. 3).

Таблица 1

Предельно высокие среднемесячные температуры воздуха в январе (°С), при которых возможно оледенение пещер

Тип пещер	Средняя годовая температура воздуха на поверхности					
	-2,0	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0
Горизонтальная	-2,3	-7,0	-11,7	-16,3		
Наклонная		-1,0	-1,7	-2,7	-3,3	-4,0
Вертикальная		-1,3	-2,1	-3,0	-3,9	-4,7

Таблица 2

Зональность оледенения пещер

Зона	Величина <i>K</i>
1. Сезонное оледенение пещер: а) наклонных и вертикальных б) горизонтальных	0,00-0,25 0,50-0,70
2. Постоянное оледенение части пещер: а) наклонных и вертикальных б) горизонтальных	0,25-1,00 0,70-1,00
3. Оледенение всех пещер	>1,00

Таблица 3

Границы зон оледенения пещер в горах (метры над уровнем моря)

Номер зоны*	Кавказ		Тянь-Шань			Памир
	Западный	Восточный	Северный	Восточный	Центральный	
1	3000	3600	3250	3100	3600	3750
2а	1150-3000	1350-3600	250-3250	1000-3100	1850-3600	1850-3750
2б	2250-3000	2700-3600	2250-3250	2500-3100	2850-3600	3000-3750
3а	550-1150	600-1350	0-250	0-1000	900-1850	1300-1850
3б	1750-2250	2100-2700	1350-2250	1900-2500	2350-2850	2500-3000

*См. табл. 2

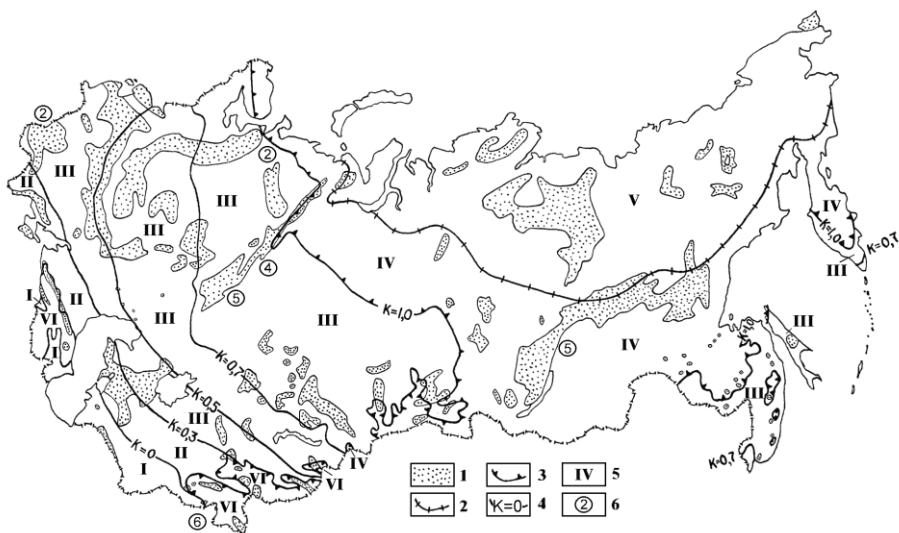


Рис. 1. Карта оледенения пещер бывшего СССР.

1 – карстующиеся породы; границы распространения многолетнемерзлых пород: 2 – сплошного, 3 – островного и прерывистого, 4 – изолинии индекса оледенения пещер и их значения; 5 – номер зоны оледенения пещер (V – всех, IV – большинства, III – отдельных, II-III – сезонное оледенение пещер, I – оледенение пещер отсутствует); 6 – разница среднегодовой температуры местности и "нейтральной зоны" пещер

Зону постоянного оледенения части пещер (в частности горизонтальных) удаётся детализировать в зависимости от протяжения области постоянно отрицательных температур пещерного канала (зона постоянного оледенения, которая рассчитывается по модели теплового режима [14]).

Сравнение границ зон оледенения пещер с границами зон возможного строительства ледяных складов системы Крылова, показывает их общую схожесть [2, 11, 12, 20], что является косвенным подтверждением наших построений.

Рассмотрим место оледенения пещер в системе оледенения Земли. Распространение пещер со снегом и льдом ограничено областью с отрицательными температурами воздуха, а в горах для части пещер есть и верхняя граница распространения – снеговая линия (для вертикальных полостей). Выше этой границы все вертикальные полости будут запечатаны снегом и льдом. Это значит, что пещеры со снегом и льдом представляют

собой некую совокупность, которая приурочена к нижней части нивально-гляциального пояса Земли, значительно продлевая его вниз по вертикали. Оледенение пещер состоит из двух взаимодействующих комплексов: снега и льда с одной стороны и многолетнемёрзлых пород в полостях – с другой. Многолетнемёрзлые породы пещер являются по существу островными ("спорадическая мерзлота" [1, 8]). По мнению ряда ученых [9, 21, 22], границу распространения многолетнемёрзлых пород на Земле следует проводить по границе распространения пещер с постоянными снежно-ледяными образованиями. Таким образом, все, что сказано о южной границе распространения пещер с постоянным снегом и льдом, может быть использовано для проведения южной границы многолетнемёрзлых пород.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Г а в р и л о в а М. К. Современный климат и вечная мерзлота на континентах. Новосибирск: Наука, 1981.
2. Г л у ш н е в М. П. Безмашинные холодильники. М., 1973.
3. Г о л о д В. М., Г о л о д М. П. Микроклимат гипсовых пещер Пинежья // Пещеры Пинеуго-Северодвинской карстовой области. Л.: Наука, 1974.
4. Г о л о д В. М., Г о л о д М. П. Анализ формирования ледяных пещер // Состояние и задачи карстово-спелеологических исследований. М., 1975.
5. Г о л о д М. П., Г о л о д В. М. Проблематика и методика микроклиматических наблюдений в пещерах // Исследование карстовых пещер в целях использования их в качестве экскурсионных объектов. Тбилиси: Мецниереба, 1978.
6. Г о л о д В. М. Математическая модель азротермогидродинамических процессов в зоне азрации // Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. Пермь, 1981.
7. Г о л о д В. М., Г о л о д М. П. Особенности микроклимата гипсовых пещер Пинеуго-Северодвинской карстовой области // Там же.
8. Г о р б у н о в А. П. Центрально-Азиатская область вечной мерзлоты // Проблемы геокриологии. М.: Наука, 1983.
9. Г о р б у н о в А. П., С е в е р с к и й Э. В. Геокриологическая высотная поясность северного Тянь-Шаня // Криогенные явления Казахстана и Средней Азии. Якутск, 1979.
10. Д м и т р и е в В. Е., Ч у й к о в В. Д. Географические закономерности оледенения пещер // Состояние, задачи и методы изучения глубинного карста СССР. М., 1982.
11. К а н а е в А. Ф., Ч е к о т и л л о А. М. Ледяные склады и их использование. М.: Из-во АН СССР, 1952.
12. К р ы л о в М. И. Ледяные изотермические склады. М., 1951.
13. Л у к и н В. С. Температурные аномалии в пещерах Предуралья и критический анализ теорий подземного холода // Пещеры. Пермь, 1965. Вып. 5 (6).
14. М а в л ю д о в Б. Р. Географические закономерности распространения пещер со льдом // Материалы гляциологических исследований. М.: Наука, 1985. Вып. 54.
15. М а в л ю д о в Б. Р. Закономерности распространения пещер со снегом и льдом // Картографирование и районирование карста в связи с освоением территорий. Владивосток, 1986.
16. М а в л ю д о в Б. Р. Таяние снега и льда в карстовых полостях // Материалы гляциологических исследований. М., 1988. Вып. 64.

17. М а в л ю д о в Б. Р. Снежно-ледяные образования пещер – показатель современных природных условий горного региона // Материалы гляциологических исследований. М.: Наука, 1993. Вып. 76.
18. Справочник по климату СССР. М.-Л.: Гидрометеиздат, 1966-1972. Вып. 1-34. Ч. 2.
19. Ф р о л о в Н. М. Гидрогеотермия. М.: Недра, 1976.
20. Щ е л о к о в В. К. Ледяные хранилища. М.: Наука, 1967.
21. H a e b e r l i W. Special aspects of high mountain permafrost methodology and sonation in the Alps // Third International Congress on Permafrost, Proc. 1978. Vol. 1.
22. H a r r i s S. A. Ice caves and permafrost zones in southwest Alberta // Erdkunde. 1979. Vol. 33. № 1.
23. J a n c a r i k A. Klimaticky metod dynamicke jeskyne // Cesky Kras. 1978. № 5.

А. Б. Климчук

Институт геологических наук НАН Украины

**ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ
ГИДРОГЕОЛОГИИ КАРСТА:
СПЕЛЕОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД**

Сообщение 1¹. Емкостные и фильтрационные свойства
карстовых коллекторов

А. В. Klimchouk

Principal features and problems of karst hydrogeology: Speleogenetic approach
Communication 1. Porosity and permeability of karst aquifers

Введение. Особенности гидрогеологии карста в общем виде широко известны [7], однако сущность связанных с ними проблем недостаточно четко осознается гидрогеологами традиционной школы. Наиболее представительная русскоязычная монографическая работа по гидрогеологии карста опубликована более 15 лет назад [4].

Новые теоретические исследования, выполненные в эти годы за рубежом, остаются малоизвестными в странах СНГ или излагаются очень сжато [2].

Это обусловило использование устаревших и неадекватных концепций в преподавании, объяснении структуры и функционирования карстовых водоносных систем (КВС), просчеты в решении практических гидрогеологических задач, упреки в адрес карстоведов в недостаточном использовании количественных методов. Цель настоящей работы –

© А. Б. Климчук, 2001

¹ Представленная статья имеет слишком большой объем. Учитывая ее важность, редколлегия сочла возможным с согласия автора разделить ее на два сообщения.

обсуждение основных особенностей и проблем гидрогеологии карста в свете современных достижений в познании спелеогенеза.

Важнейшими характеристиками, определяющими подземный сток, являются пористость и проницаемость пород. Основные отличия гидрогеологии карста связаны с тем, что емкостные и фильтрационные свойства карстовых коллекторов имеют высокую пространственную неоднородность и, не являясь "врожденными" характеристиками коллектора, развиваются в процессе растворяющего воздействия стока на вмещающую породу. Пористость и проницаемость карстовых коллекторов могут существенно возрастать не только в геологически короткие промежутки времени, но и в течение эксплуатации водоносных горизонтов, горных выработок и инженерных сооружений. Этим объясняется сложность применения традиционных методов их оценки, гидрогеологического моделирования и прогноза емкостных и фильтрационных свойств закарстованных пород.

Под термином карст условимся понимать интегрированную водообменную систему в горной породе, в структуре проницаемости которой преобладают расширенные растворением каналы [21], а под термином спелеогенез – развитие полостей в карстующейся породе за счет расширения растворением первичных путей фильтрации подземных вод. Теория спелеогенеза включает происхождение и развитие карстовой пустотности, эволюцию коллекторов от "первичных" порово-трещинных или трещинных до карстовых. Успехи в развитии теории спелеогенеза, достигнутые в 80-90 гг., оказывают большое влияние на понимание особенностей гидрогеологии карста.

Традиционная теория фильтрации основана на концепции условно-сплошной среды и рассматривает движение жидкости в достаточно большом объеме породы, что позволяет пренебречь размерами, формой и расположением отдельных водовмещающих элементов. Теория спелеогенеза акцентирует внимание именно на структуре и параметрах полостей растворения, описывая движение жидкости в них в терминах гидравлики труб и открытых каналов. Кроме того, она использует для исследования эволюции карстовой пустотности и выявления механизмов положительной обратной связи между стоком и развитием полостей уравнения баланса масс и кинетики растворения.

В традиционной гидрогеологии подземный сток рассматривается как функция граничных условий (главным образом – питания и разгрузки) и фильтрационных параметров среды, которые принимаются как неизменные во времени. Назовем такой подход статическим (структурным). Однако в карстовых системах структура и параметры проницаемости "создаются" стоком, при этом они динамично изменяются таким образом, чтобы максимально эффективно проводить сток в данной конфигурации контуров питания-разгрузки. Спелеогенетическое исследование фокусируется на выявлении механизмов и скорости развития полостей, т. е. на выявлении природы присущей карсту анизотропии фильтрационных свойств и иерархической организации структуры проницаемости. Назовем этот подход динамическим (генетическим).

Гидрогеологи традиционной школы, сталкиваясь с карстом, оперируют, главным образом, данными, полученными скважинными, геофизическими и лабораторными методами, характеризующими поровую и трещинную проницаемость в небольших объемах породы. Такие данные малопригодны для оценки проницаемости, определяемой карстовыми каналами. Характеристики изученных спелеологическими методами полостей сложно использовать для решения гидрогеологических задач без адекватной спелеогенетической интерпретации. Изученные полости, являясь фрагментами карстовых водоносных систем, часто не дают представления об их структуре и каналовой проницаемости. Кроме того, они обычно являются реликтивными. Еще менее информативны данные по полостям, вскрытым скважинами и горными выработками. Таким образом, формируется представление о множестве "изолированных" полостей с неясными структурой и функциями, распределение которых кажется случайным, а возможность интерпретации данных о распределении и размерах полостей в терминах параметров водоносного горизонта остается нереализованной.

Настоящая работа разделена на два сообщения. В сообщении 1 дается обобщенная характеристика структуры карстовой пустотности для основных обстановок спелеогенеза, емкостных фильтрационных свойств карстовых коллекторов. В сообщении 2 внимание фокусируется на основных закономерностях развития каналовой проницаемости, т.е. на собственно процессе спелеогенеза.

Сравнительная роль различных видов пористости в формировании емкостных и фильтрационных свойств коллекторов. Размеры и распределение пустот в породах являются определяющими факторами в формировании их фильтрационных и емкостных свойств. Структура водовмещающего пространства незакарстованных (пористых и трещиноватых) сред формализуется в гидрогеологии более или менее адекватно, но формирование карстовой пустотности (спелеогенез) усложняет проблему, усиливая неоднородность и анизотропию фильтрационных и емкостных параметров пород.

Вариация размеров "гидрогеологически активных" пустот в незакарстованных породах обычно укладывается в три-четыре порядка, тогда как их размеры в закарстованных породах варьируют в пределах восьми порядков [2]. Это обуславливает огромные вариации проницаемости. Скорости движения вод в порах закарстованных пород и в крупных карстовых каналах различаются на 30 порядков [28].

Именуемые в литературе оценки пористости карстующихся пород противоречивы. Для общей пористости в известняках указываются пределы от 0,0-20% [19] до 0,2-45% [16], для эффективной – 0,17-10% [16]. Эти оценки охватывают все типы водовмещающих пустот в породе. Между тем большое значение имеет дифференцированная оценка гидрогеологической роли пустот различной природы.

По природе и морфологии водовмещающих пустот среди простых гидрогеологических структур в гидрогеологии выделяют поровую и

трещинную, а среди структур более высокого порядка – пластовую и жильную (трещинно-жильную) [8]. Отечественные карстологи [2, 3] простые структуры дополняют еще одной разновидностью – каверновой пустотностью. В англоязычной литературе предпочитают пользоваться понятием "канальной" структуры ("conduit" or "channel" porosity), чем подчеркивается гидравлическая связность карстовой пустотности¹. Фильтрационные и емкостные свойства гидрогеологической структуры разных видов резко различны, а образуемые ими компоненты стока обнаруживают определенную самостоятельность и сложным образом взаимодействуют. Целесообразно дать генерализованную характеристику каждого из основных видов гидрогеологической структуры.

Пористость и проницаемость матрикса. Матриксная пористость нетрещиноватой породы обычно определяется как совокупность пустот, имеющих раскрытие до 0,1 мм. Это межзерновые пустоты, сформированные в ходе седиментогенеза и раннего диагенеза. К ней часто относят и микротрещины. Матриксная пористость и проницаемость могут быть определены на образцах, взятых из выработок, или пакерными испытаниями в скважинах при опробовании малых (до 1 м) интервалов нетрещиноватых пород.

Пористость большинства молодых карбонатных осадков весьма высока: от 40-70% в свежееотложенном осадке до 10-20% в эоцен-плейстоценовых известняках, не испытавших существенного погребения. В ходе глубокого погребения и последующего диагенеза матриксная пористость карбонатов обычно уменьшается до нескольких процентов или долей процента. Доломиты и меловые породы характеризуются более высокой пористостью [36]: 2,4% – для палеозойских известняков Кентукки, 6,6% – для палеозойских доломитов Онтарио, 17% – для кайнозойских известняков Юкатана и 30% – для мелов Англии (табл. 1).

Проницаемость матрикса в известняках и доломитах находится в пределах $5 \cdot 10^{-17} - 5 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2$, а коэффициент фильтрации – $5 \cdot 10^{-11} - 5 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}$ [31]. Значения $K\phi$ для матрикса колеблются в пределах $2 \cdot 10^{-11} - 7 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$ (табл. 1); в них же укладываются результаты 493 измерений $K\phi$ матрикса в известняках формации Эдвардс в Техасе [19]. Несмотря на определяющее значение матриксной пористости в емкостных характеристиках пород (96,4-99,9%), ее вклад в подземный сток минимален (0,00-0,02%). Поток в матриксе практически всегда ламинарный и описывается уравнением Дарси.

Трещинная пустотность и проницаемость. Трещинная пустотность и проницаемость возникают при формировании разрывных (дизъюнктивных) нарушений в породе и раскрытии межпластовых трещин. Параметры

¹ Для обозначения элементарной карстовой структуры термин «канал» предпочтительнее, чем «каверна», так как последний является геологическим термином, ассоциируемым скорее с изометричными «изолированными» пустотами, чем с ориентированными водопроводящими элементами организованных карстовых систем. Именно этот смысл должен отражать термин, используемый для карстовой проницаемости, поэтому в дальнейшем изложении мы будем пользоваться термином «канальная» пустотность (проницаемость)

раскрытости трещин варьируют в широких пределах в связи с особенностями механизмов формирования трещиноватости и последующего расширения трещин растворением. Общей закономерностью является преимущественный рост наиболее крупных трещин (проявление принципа унаследованности), способствующий увеличению вариации размеров трещин и переходу их в разряд каналов [13]. Нижний предел раскрытости трещин, значимый в гидрогеологической практике, обычно принимается в десятки-сотни микрон. Для определения границы между трещинами и каналами используются разные критерии; разные авторы принимают его в пределах от 1 до 15 мм. Отдельные широкие (свыше 10-15 мм) трещины, а также зоны дробления крупных тектонических разрывов рассматриваются как каналы (безотносительно к степени их преобразования растворением).

Трещинная проницаемость оценивается по данным поинтервальных испытаний скважин, пройденных в относительно равномерно трещиноватых породах. Трещинная пустотность может быть рассчитана по этим же данным с использованием кубического закона

$$b = 12 T \cdot \mu / (r \cdot g) 0,33, \quad (1)$$

где b – раскрытие трещины, T – водопроницаемость, μ – динамическая вязкость, r – плотность жидкости и g – гравитационное ускорение.

Этим уравнением предполагается, что поток сконцентрирован в единичной гладкой трещине, что дает заниженные значения раскрытия. Трещинная пустотность оценивается также с использованием измерений трещиноватости в обнажениях и керне [12].

Трещинная пустотность сохранный скального массива обычно составляет доли процента, но может возрастать до нескольких процентов и достигать 10% в выветрелых и сильнотрещиноватых породах [13]. В классификации массивов горных пород по степени трещиноватости [12] используются градации трещинной пустотности: малая – 0,1-0,3, средняя – 0,3-1, высокая – 1-3, аномально высокая – 3-10%.

В четырех карстовых районах [36] трещинная пустотность, оцененная по данным скважинных испытаний и по формуле (1), изменяется в пределах от 0,01 до 0,1%, а ее доля в емкости коллекторов – от 0,03 до 1,2%. Однако вклад трещинной пустотности в проницаемость массива оказывается на несколько порядков выше, чем матриксной пористости. Коэффициенты фильтрации трещинных сетей варьируют в пределах 10⁻⁵-10⁻³, а доля подземного стока в трещинной среде в общем стоке – 0,2-6%. Поток в трещинной среде преимущественно ламинарный и описывается уравнением Хагена-Пуайзеля.

Каналовая пустотность и проницаемость. Нижний предел каналовой пустотности жестко не определен. К каналам относят трещины, расширенные растворением до поперечника свыше 1 мм [35], полости с раскрытием 5-15 мм, в которых может возникать турбулентный режим [30] и свыше 10 мм, так как при таком раскрытии начинают проявляться нелинейные фильтрационные эффекты [56].

Таблица 1

Пористость и коэффициенты фильтрации типичных карстовых коллекторов (по [61])

Породы, район	Матрикс		Трещины		Каналы	
	пористость (доля в общей пористости), %	K_m , м/с (доля стока*, %))	пустотность (доля в общей пустотности),%	K_t , м/с (доля стока*, %))	пустотность (доля в общей пустотности),%	K_k , м/с (доля стока*, %))
Доломиты, Онтарио (Канада), нижний палеозой	6,6 (99,7)	$1 \cdot 10^{-10}$ (0,000003)	0,02 (0,3)	$1 \cdot 10^{-5}$ (3,0)	0,003 (0,05)	$3 \cdot 10^{-4}$ (97,0)
Известняки, Кентукки (США), верхний палеозой	2,4 (96,4)	$2 \cdot 10^{-11}$ (0,00)	0,03 (1,2)	$1 \cdot 10^{-5}$ (0,3)	0,06 (2,4)	$3 \cdot 10^{-3}$ (99,7)
Мел, Англия, мезозой	30 (99,9)	$1 \cdot 10^{-8}$ (0,02)	0,01 (0,03)	$4 \cdot 10^{-6}$ (6,0)	0,02 (0,07)	$6 \cdot 10^{-5}$ (94,0)
Известняки, Юкатан (Мексика), эоцен-плейстоцен	17 (96,6)	$7 \cdot 10^{-5}$ (0,02)	0,1 (0,6)	$1 \cdot 10^{-3}$ (0,2)	0,5 (2,8)	$4 \cdot 10^{-1}$ (99,7)

*Вклад видов пористости в подземный сток рассчитывался по формуле

$F = K_m / (K_m + K_t + K_k)$, где F – доля стока; K_m , K_t , K_k – коэффициенты фильтрации разных сред [36]

Мнения о величине каналовой пустотности и ее доле в общей пористости пород также противоречивы. Для приближенной оценки каналовой пустотности Аткинсон [15] использовал данные по режиму источника, выделяя объем "базового" стока, вытесненного из коллектора паводком (базовый сток отделяется от паводковых вод по смене чистых вод с большей минерализацией на воду с более высокой мутностью и низкой минерализацией); Боначчи [16] оценивает эффективную пористость закарстованных пород по пьезометрическим данным и кривым истощения источников; Уорсингтон и Форд [36] используют различные допущения, обосновывая их для каждого района (табл. 1). Скорость движения воды в каналах определяется осреднением результатов экспериментов по трассированию. При этом подразумевается, что карстовый коллектор имеет древовидную структуру, обычную для открытых гидрогеологических условий, но не характерную для напорных комплексов (рис. 1).

По разным оценкам каналовая пустотность колеблется от 0,003 до 0,5%, а ее вклад в общую емкость коллекторов – от 0,05 до 2,8%. Эти характеристики

сравнимы с соответствующими характеристиками для трещинной пустотности и намного меньше значений для матрикса (последнее справедливо лишь для каналовой пустотности, сформированной в открытых гидрогеологических условиях). Однако значения эквивалентных коэффициентов фильтрации для каналовых систем превышают на 1-2 порядка коэффициенты фильтрации для трещиноватости и на 3-7 порядков – для матрикса. Таким образом, именно каналовая проницаемость обеспечивает почти весь (от 94,0 до 99,7%) подземный сток, что проявляется в породах различного возраста и с разными характеристиками матриксной и трещинной пористости.

Обобщенные количественные характеристики карстовой проницаемости могут быть получены путем спелеоморфометрического анализа хорошо изученных пещерных систем [6, 23, 25, 34, 36].

По данным топосъемок пещер определяются протяженность ходов, их площадь и объем, площадь и объем массива пород, вмещающих пещеру, а также удельный объем пещеры (отношение объема пещеры к ее протяженности, м³/м), плотность каналов (отношение протяженности каналов к площади массива, км/км²), коэффициенты площадной и объемной пустотности (закарстованности).

В подходах к определению площади и объема пещерных массивов имеются некоторые различия. Стандартная методика [9] измеряет площадь пещерного массива как площадь наименьшего прямоугольника, вмещающего пещеру. При расчете объема пещерного массива эта площадь умножается на амплитуду (разность высот крайних верхней и нижней точек) пещеры. Выбор прямоугольника как аппроксимирующей фигуры позволяет унифицировать измерения, но приводит к завышению площади и объема массива в 2-5 раз и соответствующему занижению коэффициентов пустотности (степень занижения зависит от плановой конфигурации пещеры). С целью обеспечения большей сравнимости показателей нами предлагается определять площадь пещерного массива как площадь многоугольника, описывающего пещеру ([6, 23, 25], рис. 1). Для пещер разных типов установлено, что субъективность выбора формы многоугольника дает вариацию площади в пределах 10%, что позволяет сравнивать характеристики разных объектов.

В табл. 2 приведены морфометрические характеристики ряда пещер и их массивов, по которым удалось собрать необходимые данные. Для целей дальнейшего анализа пещеры разделены на две категории: преимущественно древовидные системы, сформированные в открытых гидрогеологических

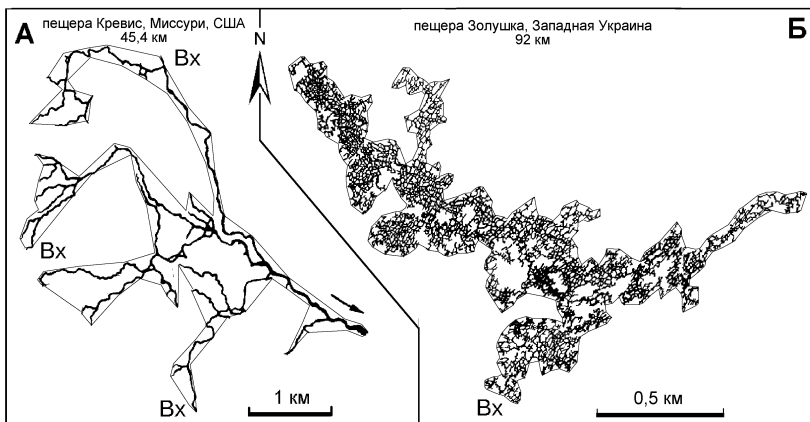


Рис. 1. Типичные примеры плановой структуры пещер, сформированных в открытых гидрогеологических условиях (А) и в условиях напорных водоносных комплексов (Б). На планах пещер показаны контуры пещерных массивов, используемые для расчета (табл. 2)

условиях и преимущественно лабиринтовые системы, сформированные в условиях напорных водоносных комплексов. Каналовая пустотность для пещерных массивов первой категории варьирует от 0,24 до 0,77 %, что примерно на порядок выше оценок, сделанных с применением расчетных гидрогеологических методов (табл. 1, рис. 2).

Для хорошо изученной пещерной системы Мамонтова-Флинт-Ридж в Кентукки [28] пустотность по спелеоморфометрическому методу составляет 0,24%, а по гидрогеологическому – всего 0,06%. Различие объясняется тем, что первая цифра характеризует закарстованную зону водосбора, а вторая – осредняет пустотность для всего водосбора. Данные табл. 2 отчетливо демонстрируют существенные различия в каналовой пустотности, формирующейся в безнапорных (среднее значение 0,53%) и напорных условиях (5,13%). Пустотность, обуславливаемая развитием лабиринтовых пещер, колеблется в пределах 2,0-12,0%, а среднее значение (5%) на порядок превышает среднее значение пустотности для безнапорного спелеогенеза. Причины этого кроются в существенных различиях в механизмах и условиях спелеогенной эволюции безнапорных и напорных коллекторов.

Роль различных видов пористости в формировании емкостных и фильтрационных свойств коллекторов. Приведенные данные свидетельствуют, что карстовые каналы, сформированные в открытых гидрогеологических условиях, составляют незначительную долю пористости пород, а водосодержание пород определяется, главным образом, поровой средой матрикса (табл. 1). Примеры, подобранные Уорсингтоном [35, 36], демонстрируют устойчивость такого соотношения в разных по возрасту и пористости породах. Палеозойские карбонаты Онтарио и Кентукки являются диагенетически зрелыми породами, испытавшими глубокое погружение и имевшими значительно более низкую матриксную пористость, чем молодые

меловые породы Англии и известняки Юкатана. Вместе с тем, доля матриксной пористости в водосодержании во всех случаях остается преобладающей.

Вывод об относительном " вкладе " различных видов пустотности в емкостные свойства пород не распространяется на напорные водоносные комплексы. Спелеогенез в артезианских условиях приводит к формированию значительно (на порядок) более высокой каналовой пустотности закарстованных зон, чем спелеогенез в безнапорных условиях (табл. 2). Матриксная пористость пород, в которых развиты пещеры артезианской группы, во всех случаях не превышает нескольких процентов. Таким образом, вклад каналовой пустотности артезианского происхождения в емкостные свойства пород может быть сравнимым с вкладом матриксной пористости, а в случае гипсовых пещер даже превышать его.

Данные табл. 1 убедительно показывают, что, несмотря на незначительную долю каналовой пустотности в емкостных характеристиках безнапорных коллекторов, во всех приведенных примерах именно она обеспечивает почти весь подземный сток. Трещинная проницаемость ответственна за незначительную долю стока, а матриксная (поровая) проницаемость пренебрежимо мала. Этот вывод может быть распространен и на напорные карстовые водоносные горизонты.

Обобщенные данные о пористости и проницаемости, сформированной разными видами элементарной гидрогеологической структуры, следует рассматривать как генерализованные для карстовых коллекторов соответствующих типов. Это подтверждается тем, что коллекторы, сложенные разными по возрасту, литологии и " начальным " емкостным свойствам породами, демонстрируют сходство гидрогеологической роли сформированной позднее каналовой пустотности. Вместе с тем, емкостные и фильтрационные свойства закарстованных пород крайне неоднородны, поэтому в конкретных природных обстановках или различных гидродинамических зонах [7] возможны значительные вариации. Это иллюстрируют, например, контрастные свойства приповерхностной (эпикарстовой) зоны открытых карстовых массивов [5, 24, 25], где эффективная пористость пород может на порядок превышать значения, характерные для основной части массива.

Приведенные оценки относятся в основном к верхней части фреатической зоны (зоны полного насыщения) открытых карстовых массивов. Известна

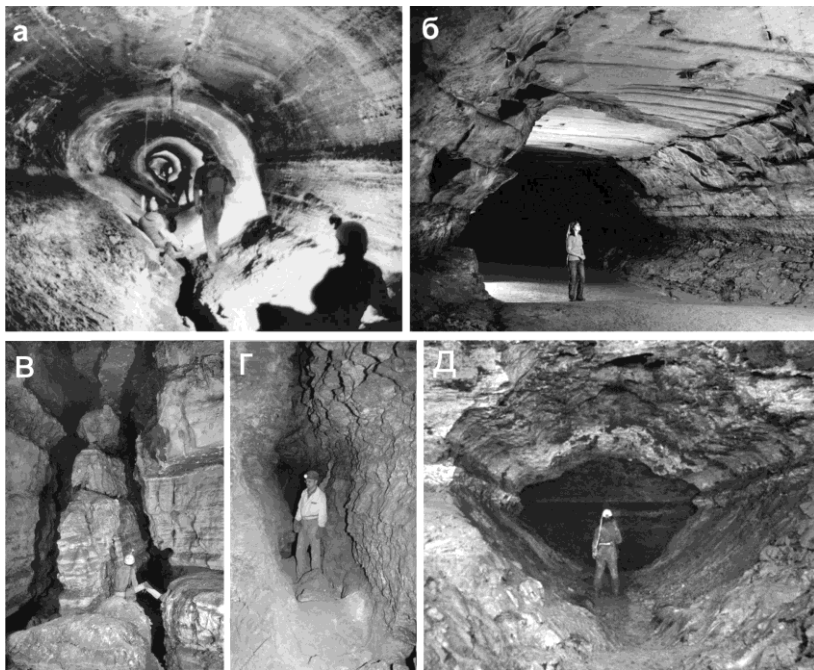


Рис. 2. Морфология и размеры типичных карстовых каналов: а – пещера Каствлгард в Скалистых горах (Канада), б – пещера Мамонтова в Кентукки (США), в – пещера Уинд в Южной Дакоте (США), г и д – пещеры Млынки и Золушка на Западной Украине. Фото: а – Д. Форд; б и в – А. Палмер; г и д – А. Климчук

тенденция к уменьшению закарстованности с глубиной (главным образом за счет уменьшения трещинной и каналовой пустотности). Однако эта тенденция не распространяется на слоистые напорные водоносные комплексы, где горизонты с высокой закарстованностью пород могут быть встречены на разных глубинах.

Фильтрационная неоднородность закарстованных пород и масштабный эффект. В теории фильтрации распределение пористости принимается беспорядочным, условия движения жидкости рассматриваются макроскопически, а реальная порода заменяется условно-сплошной средой с непрерывными свойствами. Параметры пористости и проницаемости всегда осреднены в пределах опробованного объема пласта. Эти допущения не применимы к карстовой среде, которая отличается высокой гетерогенностью и анизотропией проницаемости. К тому же карстовая пустотность обычно не распределена хаотически, а отличается иерархической организацией.

Для характеристики контрастов в характере фильтрации в карстующихся породах Бурдон и Папакис [17] использовали понятия рассеянной циркуляции в порово-трещинном пространстве (описываемой законом Дарси) и концентрированной циркуляции в карстовых каналах. В дальнейшем в

западной литературе концептуализация характера карстового стока была осложнена введением внутренне противоречивых классификаций компонентов стока типа "рассеянный-каналовый" [30, 32], "рассеянный-трещинный-каналовый" [15], "гранулярный-рассеянный-трещинный-каналовый" [27]. Противоречивость состоит в том, что характеристика степени концентрации стока (как и вообще степени фильтрационной неоднородности среды) зависит от масштаба рассмотрения и не должна смешиваться с типологией пустотности. Корреляция степени концентрации подземного стока с элементарными видами гидрогеологических структур (возрастание концентрации в ряду "поры-трещины-каналы") правомерна лишь в фиксированном масштабе рассмотрения, соответствующем критерию "рассеянности" меньшего из членов ряда. Принятием соответствующего масштаба рассмотрения распределение любого из компонентов пустотности может быть представлено как рассеянное (однородное) или концентрированное (неоднородное).

Относительность понятия фильтрационной неоднородности подчеркивается в работах Раца [1, 11] и коллектива авторов [10].

Она является отражением масштабного эффекта, проявления которого весьма разнообразны. Рац предложил различать неоднородности высшего порядка (обусловлены неравномерным распределением элементов, линейные размеры которых в 104 и более раз меньше зоны опробования); эффективную неоднородность (обусловлена неравномерным распределением элементов, размеры которых в 10-100 раз меньше зоны рассматривания) и неоднородности низшего порядка (размеры элементов больше, чем размеры зоны опробования). Отсюда следует, что при расширении рассматриваемой области фильтрации до размеров, в которых трещины и карстовые каналы могут рассматриваться в качестве элементов эффективной неоднородности или неоднородности высшего порядка, рассеянным может быть представлен сток и в трещинной, и в каналовой средах. Например, правомерно говорить о рассеянной каналовой циркуляции (при рассмотрении в масштабе пещерного поля – от нескольких сот метров до нескольких километров) в случае потоков подземных вод в закарстованных водоносных горизонтах с артезианскими лабиринтными каналовыми системами (в миоценовых гипсах Западной Украины или палеозойских известняках Южной Дакоты). Таким образом, правомерны классификации компонентов стока по типам элементарных структур, а водоносных горизонтов – по их преобладанию (поровые, трещинные, каналовые и их комбинации), но эти признаки не следует смешивать с признаками, отражающими степень концентрации стока, которые должны включать указание на масштаб рассмотрения.

В гидрогеологических публикациях по карстовым районам часто указывают широкие пределы изменчивости значений коэффициента фильтрации, полученные разными методами. Это иногда интерпретируется как свидетельство резкой пространственной неоднородности проницаемости пород. Однако проницаемость в закарстованных породах есть атрибут не

Таблица 2
Параметры пещер, вмещающих массивов и пещерных сетей для разных типов спелеогенеза.

Название пещеры, район, вмещающие породы	Пещера				Уд. объем, м ³ /м	Массив вмещающих пород		Пещерные сети (каналовая пустотность)			
	длина, м	площадь, м ²	объем, м ³	объем, м ³ · 10 ⁶		площадь, м ²	объем, м ³ · 10 ⁶	плотность, км/км ²	пустотность, %	площадь, км ²	объемная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Спелеогенез в открытых гидрогеологических условиях											
Blue Spring Cave , Индиана, США миссисипские известняки	32000	145860	500000	15,6	2,65	119,34	12,07	5,50	0,42		
Mammoth Cave , Кентукки, США, миссисипские известняки	550000	1386000	8000000	14,5	36,78	3310,2	14,95	3,77	0,24		
Friars Hole System , ЗАП. Вирджиния, США, миссисипские известняки	70000	300000	2700000	38,6	4,37	349,92	16,00	6,86	0,77		
Красная , Крым, Украина, юрские известняки	17285	63600	268000	15,5	0,74	37,00	23,23	8,55	0,72		
Спелеогенез в закрытых гидрогеологических условиях											
Jewel Cave , Ю. Дакота, США, карбоновые известняки	148028	669244	1486508	10,0	3,01	135,63	49,11	22,20	1,10		
Wind Cae , Ю. Дакота, США, карбоновые известняки	143200	430000	1134000	7,9	1,36	61,00	105,68	31,73	1,86		
Knock Fell Caverns , Пеннины, Англия, пермские известняки	4000	6000	12000	3,0	0,02	0,12	170,94	25,64	10,26		

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fuchslabyrinth Cave , Германия, триасовые известняки	6400	5750	7050	1,1	0,03	0,15	217,61	19,55	4,80
Moestrof , Люксембург, триасовые известняки	4000	4000	3500	0,9	0,01	0,05	406,09	40,61	7,14
Боговская , В. Сибирь, Россия, ордовикские известняки	23000	66700	104050	4,5	0,11	1,37	201,75	58,51	7,62
Estremeta , Мадрид, Испания, неогеновые гипсы	3500	8000	64000	18,3	0,06	0,71	59,32	13,56	9,04
Оптимистическая , Зап. Украина, неогеновые гипсы	188000	260000	520000	2,8	1,48	26,03	127,03	17,57	2,00
Озерная , Зап. Украина, неогеновые гипсы	111000	330000	665000	6,0	0,74	13,20	150,00	44,59	5,04
Золушка , Зап. Украина, неогеновые гипсы	89500	305000	712000	8,0	0,63	18,93	142,06	48,41	3,76
Млынки , Зап. Украина, неогеновые гипсы	24000	47000	80000	3,3	0,17	2,38	141,18	27,65	3,36
Кристалльная , Зап. Украина, неогеновые гипсы	22000	38000	110000	5,0	0,13	1,82	169,23	29,23	6,04
Славка , Зап. Украина, неогеновые гипсы	9100	19000	34000	3,7	0,07	0,98	139,14	29,05	3,47
Вертеба , Зап. Украина, неогеновые гипсы	7800	23000	47000	6,0	0,07	0,66	117,82	34,74	12,00

породы вообще, а относительно независимых сред (поровой, трещинной, каналовой) с резко различными размерами и структурой пустот. Разные методы опробования характеризуют свойства какого-то одного из видов проницаемости, в зависимости от размеров опробуемой области фильтрации и степени охвата более крупных элементов пустотности. Поэтому в измерениях фильтрационных свойств закарстованных пород очень сильно проявляется масштабный эффект, что отмечено многими исследователями [33, 35, 50, 51, 59, 60, 97].

Масштабный эффект отражает наличие гетерогенной пористости; в идеальной пористой среде он не проявляется. Коэффициенты фильтрации являются функцией размеров области опробования и методов их определения. Они возрастают на 5-8 порядков при переходе от масштаба образцов породы через локальный масштаб (скважинные методы) к масштабу КВС или дренажного бассейна (рис. 3 и 4). По возрастанию получаемых значений коэффициента фильтрации известные методы образуют следующий ряд:

- лабораторные исследования образцов породы и испытания в нетрещиноватых интервалах скважин (характеризуют, главным образом, пористость и проницаемость матрикса; размеры области опробования измеряются сантиметрами и десятками сантиметров);

- скважинные испытания в трещиноватых интервалах (характеризуют, главным образом, трещинную проницаемость; размеры области опробования варьируют от метров до десятков метров);

- продолжительные скважинные откачки (в зависимости от положения скважин по отношению к каналам и гидравлической связности этих сред характеризуют трещинную и каналовую проницаемость; размеры области опробования варьируют в пределах десятков, иногда сотен метров);

- гидрогеологические расчеты по гидрографам источников и моделирование с использованием параметров, оцененных с учетом спелеологических характеристик и данных экспериментов по трассированию карстовых вод (характеризуют каналовую проницаемость в масштабах КВС и водосборов источников; размеры области опробования варьируют от сотен метров до десятков километров).

В характеристике каналовой проницаемости обычными в гидрогеологии параметрами есть ряд принципиальных трудностей. Одна из них состоит в том, что проницаемость каналовых систем обычно настолько высока, что получить измеримое водопонижение при откачке невозможно. Поперечники отдельных каналов обычно измеряются величинами порядка нескольких метров (рис. 2). С другой стороны, вероятность того, что скважина вскрыет карстовый канал, даже в пределах пещерных массивов является низкой. Она определяется коэффициентом площадной пустотности (табл. 2) и варьирует в пределах нескольких процентов (среднее значение 6,17%) для пещерных систем гидрогеологически открытого карста и 10-60% (среднее 29,8%) для пещерных систем артезианского формирования.

Распространенное в региональной гидрогеологии Западной Украины ошибочное представление о водоупорности и раздельной роли гипсо-

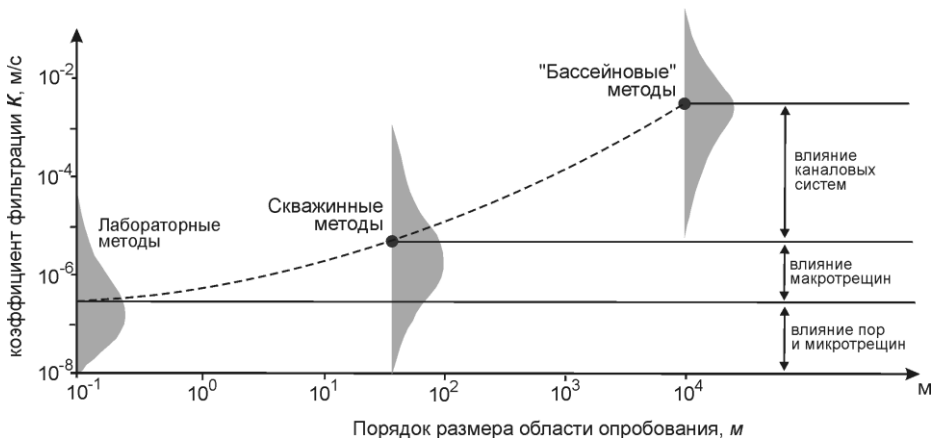


Рис. 3. Влияние методов и размеров области опробования на определение проницаемости закарстованных пород (генерализованная диаграмма [22])

ангидритовой толщи сложилось в результате прямолинейной интерпретации результатов бурения, дающего в большинстве случаев монолитный керн даже при проходке в пределах сильно закарстованных массивов лабиринтовых пещерных систем.

Концептуальная проблема состоит в уже отмеченной неприменимости к закарстованным породам модели условно-сплошной среды, принятой в теории фильтрации. В традиционной гидрогеологии принимается, что параметры водоносных горизонтов могут быть охарактеризованы локальными опробованиями сравнительно небольших объемов пласта, для которых пористость и проницаемость осредняется. В случае карста некорректность осреднения очевидна. Объемы, охватываемые откачками, обычно достаточны для адекватного осреднения параметров поровой и трещинной пустотности, но заведомо малы для каналовой. Иерархически организованные каналовые системы функционируют в масштабах дренажных бассейнов крупных источников, поперечные размеры которых могут исчисляться километрами. Площади, непосредственно занимаемые задокументированными пещерными системами, составляют десятые-сотые доли – несколько десятков доли квадратных километров, однако площади дренажных бассейнов таких систем всегда несколько больше (рис. 5), так как спелеологическая изученность пещерных систем никогда не бывает исчерпывающей.

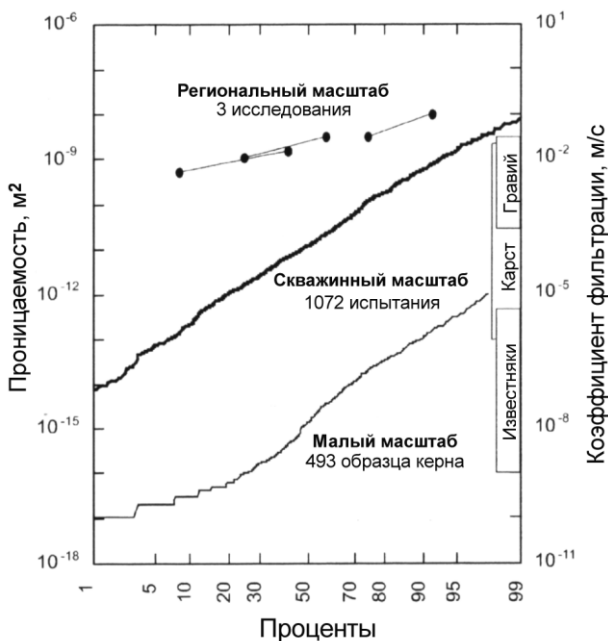


Рис. 4. Влияние методов и размеров области опробования на определение проницаемости закарстованных пород (результаты исследований фильтрационных свойств водоносного комплекса Эдвардс, Техас, США [20])

Таким образом, адекватная характеристика каналовой проницаемости обычными в гидрогеологической практике методами в принципе недостижима. Концепция проницаемости для карстовых водоносных горизонтов может прилагаться лишь к области фильтрации, соответствующей масштабу целостной КВС (бассейна стока). В случаях, когда карстовый сток дренируется источником и гидравлический уклон в водоносной системе известен, Уорсингтон и Форд [35] предлагают использовать "эквивалентный коэффициент фильтрации" – кажущийся расход через единицу площади сечения его дренажного бассейна. В определении этого параметра игнорируется турбулентное движение воды в каналах, однако он позволяет сравнивать матриксную, трещинную и каналовую проницаемость по сопоставимому параметру.

Адекватная информация о скорости движения карстовых вод в масштабах КВС (бассейна стока) может быть получена только методами трассирования. Действительные скорости движения вод в каналах могут быть очень высокими. В различных карстовых районах мира проведены тысячи экспериментов по трассированию. Его результаты обобщены для многих регионов [2, 3, 16, 18 и др.]. По данным 280 экспериментов в Югославии Миланович указывает среднюю скорость движения вод в каналах 5200 м/сут (0,06 м/с). Жез по данным

65 экспериментов в Зап. Европе получил среднюю скорость 2600 м/сут (0,03 м/с). Такая же средняя скорость для Крыма и Западного Кавказа получена Дублянским при обобщении результатов 50 экспериментов. Наиболее представительную выборку подготовил Уорсингтон [33], который на основании данных 2877 экспериментов в разных регионах мира получил среднюю действительную скорость канального стока 1900 м/сут (0,022 м/с). Местные скорости движения вод в каналах, оцененные прямыми гидрометрическими замерами и расчетами по гранулометрическому составу осадков (метод Хьюлстрема-Буркхардта), достигают значений 86-260 км/сут (1-3 м/с) [3].

В экспериментах по трассированию скорость движения воды в каналах осредняется для участков от точек инъекции индикатора до точек регистрации, протяженность которых обычно составляет несколько километров (максимум – до 25-40 км). Часто она несколько занижена, так как во многих экспериментах регистрация трассера производится дискретной сменой ловушек. Средняя действительная скорость движения воды в каналах обычно на один-три порядка выше скоростей фильтрации, полученных для тех же коллекторов по данным скважинных откачек, и на пять-восемь порядков – выше скоростей фильтрации, полученных на образцах.

Например, в палеозойских известняках штата Кентукки опробование керна дало $K\phi = 10^{-11}$ м/с, а скважинное опробование – на шесть порядков выше [35]. При этом скважины располагались на расстоянии до 50 м от закартированных галерей Мамонтовой пещеры, имеющих поперечники в несколько метров и проводящих каналовые потоки на расстояние до 18 км (рис. 5). В ордовикских доломитах Онтарио пакерное опробование в нетрещиноватых зонах дало значение $K\phi = 10^{-11}-10^{-8}$ м/с, а $K\phi$ по данным откачек и пакерного опробования в трещиноватых зонах – $10^{-5}-10^{-3}$ м/с. В другом районе Онтарио скорость движения вод, определенная трассированием от скважины к источнику, составила 536 м/сут (0,0062 м/с), что в несколько тысяч раз больше, чем скорости, рассчитанные с использованием коэффициентов фильтрации [35]. Такие же контрасты между значениями $K\phi$, полученными разными методами, отражает рис. 4.

Такой подход ярко демонстрирует значение масштабного эффекта в определении пористости и проницаемости закарстованных пород и невозможность получения адекватной характеристики проницаемости, основанной на применении лабораторных и скважинных методов. Данные будут на несколько порядков смещены в сторону значений, характеризующих проницаемость матрикса или трещинной среды, но не каналовых систем. Соответственно будут смещены оценки водопроводимости и стока. Уорсингтон [34] полагает, что отнесение многих карбонатных коллекторов к коллекторам трещинного, а не карстового (трещинно-карстового) типа обусловлено, скорее, доминированием скважинных методов, чем действительным отсутствием или малозначимостью канальной циркуляции.

Таким образом, теоретические подходы и моделирование в гидрогеологии карста должны основываться на трехуровневой концептуализации фильтрационной среды, а решение практических задач – на использовании

всего спектра методов изучения различных видов гидрогеологической структуры, в том числе – методов, позволяющих оценить размеры, конфигурацию и водопроводящую роль каналовых систем.

подавляющее большинство экспериментов по трассированию подземных вод проведено в открытых гидрогеологических условиях. Данные по трассированию подземных вод в напорных карстовых коллекторах немногочисленны. Автором совместно с С. Аксемом проведено 34 эксперимента по трассированию подземных вод напорного миоценового водоносного комплекса на Западной Украине, который вмещает закарстованную гипсо-ангидритовую толщу, залегающую между песчано-карбонатным (внизу) и карбонатным (вверху) горизонтами. Большинство экспериментов проводилось в зоне влияния Язовского серного карьера, где водообмен активизирован многолетними откачками (до 100 тыс. м³ в сутки).

Сток в пределах гипсоангидритового горизонта может быть охарактеризован как преимущественно "рассеянный каналовой", определяемый наличием пещерных систем лабиринтового типа. В пределах сплошных пещерных полей латеральная связность таких систем очень высока, но на значительных расстояниях прерывается в связи с наличием слабо закарстованных ареалов или выпадением гипсо-ангидритов из разреза. Латеральный поток на таких участках проходит по смежным песчано-карбонатным толщам с преимущественно порово-трещинной проницаемостью. Инъекции и промежуточная регистрация трассеров осуществлялись через скважины, а окончательная регистрация – в зумпфе Язовского карьера.

Местные скорости движения вод, рассчитанные по времени прохождения трассеров между смежными скважинами (десятки-сотни м), колеблются от 40 до 2500 м/сут (0,00046-0,028000 м/с). Эти крайние пределы можно трактовать как характеризующие движение вод в порово-трещинной и каналовой средах. Максимальное значение $K\phi$, полученное для гипсоангидритовой толщи по скважинным откачкам, составляет 69 м/сут (0,00078 м/с), что близко к нижнему пределу местных скоростей. Средние скорости движения подземных вод комплекса, рассчитанные для всего пути фильтрации (от нескольких до 16 км), варьируют в пределах 400-1100 м/сут (0,005-0,013 м/с). Они характеризуют смешанную ("перемежающуюся") в различных соотношениях фильтрацию в порово-трещинной и каналовой средах.

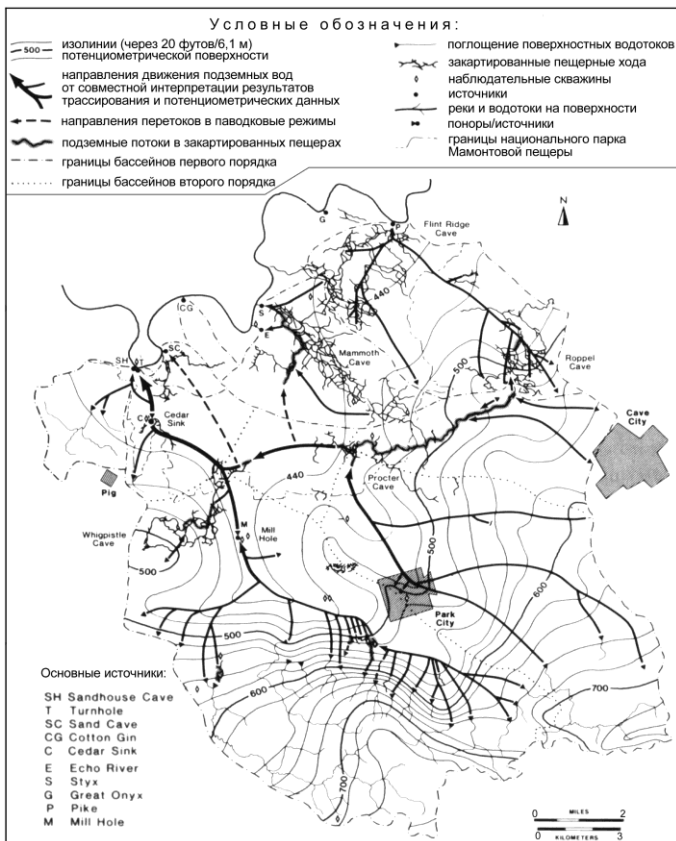


Рис. 5. Карстолого-гидрогеологическая карта бассейна источника Turnhole, включающего пещерную систему Флинт-Ридж-Мамонтовая (Кентукки, США) – пример комплексной интерпретации спелеологических и гидрогеологических данных. Потенциометрическая поверхность построена по результатам многочисленных экспериментов по трассированию карстовых вод, проведенных в разные сезоны [27]

Таким образом, характер стока в закарстованных породах в открытых и закрытых гидрогеологических условиях может существенно различаться. Высокая плотность и сложная структура каналов в артезианском типе спелеогенеза (табл. 2, рис. 1Б) делает возможным при решении некоторых задач в региональном масштабе применение к карстовым напорным водоносным горизонтам модели условно-сплошной среды.

Концептуализация структуры водовмещающей среды в карстующихся породах. При статическом (структурном) подходе причиной емкостной и фильтрационной неоднородности пород является наличие элементарных гидрогеологических структур, существенно различающихся по размерам и распределению в породе. Жидкость в пустотах соответствующих видов

образует компоненты стока, которые демонстрируют различное гидродинамическое поведение.

Общий подход к рассмотрению нестационарной фильтрации в неоднородной среде был предложен Баренблаттом и Желтовым для трещиновато-пористых пород в виде концепции двойной пористости. Порода рассматривается в виде двух пористых сред разных порядков, вложенных одна в другую. Движение жидкости рассматривается раздельно в системе трещин, разделяющих блоки, и в системе пор, развитых внутри блоков. При этом учитывается обмен жидкостью между средами. При распространении концепции двойной пористости на закарстованные породы [1, 10] в качестве пор второго порядка принимается обычная трещиноватость, а в качестве пор первого порядка – карстовые каналы. Т.е. карстовые каналы рассматриваются как аналоги крупных трещин, но при этом их распространение принимается равномерным, соответствующее фильтрационное поле – сплошной средой, а движение жидкости в каналах – подчиняющимся линейному закону фильтрации. Это позволило применить стандартные гидродинамические методы к решению ряда задач фильтрации, однако в большинстве случаев высокая скорость движения вод в карстовых каналах и размеры поперечников каналов в (0,01-10 м), обуславливают нарушение линейного закона фильтрации [3, 31].

Представление закарстованных пород средой с двойной пористостью является упрощением, допустимость которого весьма ограничена. Поровая, трещинная и каналовая структуры образует как минимум один уровень емкостной и фильтрационной неоднородности породы. Однако известно, что "первичные" (незакарстованные) трещины обычно обнаруживают два-три и более отчетливых уровня неоднородности размеров, что выражается в их полимодальном распределении [13]. Спелеогенное развитие первичных путей фильтрации (главным образом трещин) неизбежно приводит к формированию наиболее контрастного уровня фильтрационной неоднородности за счет усиления контрастности крупных трещин. Таким образом, закарстованные породы должны рассматриваться как среды с многоуровневой ("тройной-четверной") пористостью.

Распределение элементов "верхнего" уровня неоднородности (каналов) как правило, не соответствует критериям сплошной среды. Математические решения в такой постановке пока не разработаны. В последнее десятилетие получили развитие модели, характеризующие динамическое развитие проницаемости при взаимодействии дискретной каналовой и сплошной трещинной сред [29, 30].

Выраженность явлений многоуровневой пористости зависит от контрастности емкостных и фильтрационных свойств взаимодействующих сред и размеров рассматриваемой области фильтрации. Признаком хорошей связи трещинного пространства с каналами является быстрое прохождение трассеров. Уайт [31] предлагает пути для определения коэффициента взаимодействия трещинно-поровой и каналовой сред: расчленение гидрографов источников (анализ отношения максимального и минимального расходов); анализ базового

стока; сравнение "паводкового отклика" в скважинах, вскрывающих трещиноватую зону и карстовый канал.

Каналовые системы, обладающие крайне низким гидравлическим сопротивлением, в периоды малой водности служат дренами для окружающей трещинной среды, сток в которой ориентирован не к очагам разгрузки на поверхности, а к ближайшим каналам. При поступлении в водоносный горизонт паводковых вод происходит инверсия поля градиентов. В каналовой системе происходит быстрое перераспределение напоров и подъем уровня вод. Скачок напора обуславливает пополнение запасов порово-трещинной среды. Каналовая система обеспечивает быстрое прохождение паводковых вод к карстовому источнику. В трещинной системе фильтрация и реакция напора на изменения происходит медленнее. Механизм взаимодействия трещинной и поровой сред в принципе подобен вышеописанному.

Описанный механизм нестационарной фильтрации в породах с многоуровневой пористостью объясняет многие особенности гидрогеологии карстовых массивов: разный режим подземных вод, наблюдаемый в расположенных поблизости скважинах и источниках; различные результаты (скорости и направления движения вод) экспериментов по трассированию, проведенных в периоды разной водности; несоответствия реальной циркуляции подземных вод линиям тока, получаемым традиционной интерпретацией пьезометрических данных и др. Адекватная интерпретация таких особенностей и решение практических гидрогеологических задач могут быть достигнуты только при учете характеристик каналовых систем, получаемых при использовании спелеогенетических концепций, данных спелеологических и индикаторных исследований и исследований режима источников.

Проблема гидрогеологического моделирования в карстовых районах. Карстологам, занимающимся изучением гидрогеологии карста, нередко адресуются упреки в недостаточном использовании методов моделирования. Однако существуют объективные причины, вытекающие из особенностей карстовых коллекторов, которые серьезно ограничивают возможности и оправданность применения методов моделирования для решения практических задач.

Главной проблемой является получение адекватной количественной характеристики фильтрационных свойств в условиях их крайне высокой неоднородности и анизотропии. Сток в карстовых районах определяется иерархически организованными каналовыми системами, тогда как традиционные локальные методы в принципе не способны обеспечить характеристику их проницаемости и структуры. Использование стандартных гидрогеологических данных для оценки проницаемости карстовых коллекторов приводит к неизбежному занижению водопроводимости (иногда на несколько порядков) и ошибкам в прогнозах направлений и скоростей водообмена. Оценка каналовой проницаемости возможна лишь в масштабе КВС (бассейна стока) с использованием методов трассирования, поэтому шансы на успех имеют только модели регионального масштаба.

Реализацию этих шансов может обеспечить лишь специализированная методология получения исходных данных для моделирования, включающая [21, 27, 28, 36] тщательное обоснование граничных условий и положения границ; инвентаризацию очагов питания и разгрузки каналových систем; размещение наблюдательных и опытных скважин, обеспечивающее опробование всех существенных компонентов стока (прежде всего каналového) и позволяющее оценить их взаимодействие при различных режимах; определение скоростей и направлений движения карстовых вод методами мультитрассирования; использование данных спелеологических исследований и спелеогенетических концепций для корректного обобщения структуры и иерархической организации каналových систем.

Адекватность гидрогеологического моделирования снижается с уменьшением размера моделируемой области и локальные модели (моделируется область фильтрации меньшая, чем размеры КВС или бассейна стока) оказываются крайне ненадежными [21, 29]. Для обеспечения их корректности требуется нереалистично высокая детальность определения структуры водопроводимости, граничных условий, организации, размеров и гидравлического поведения каналовой системы. Как отмечал выдающийся эксперт в области прикладной гидрогеологии карста Джеймс Квинлан (США), "... один хорошо спланированный, правильно выполненный и корректно интерпретированный эксперимент по трассированию стоит тысячи экспертных заключений или сотни компьютерных моделей стока [21]".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Б о р е в с к и й Б. В., С а м с о н о в Б. Г., Я з в и н Л. С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М.: Недра, 1979.
2. Д у б л я н с к а я Г. Н., Д у б л я н с к и й В. Н. Теоретические основы изучения парагенезиса карст – подтопление. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 1998.
3. Д у б л я н с к и й В. Н., К и к н а д з е Т. З. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. М.: Наука, 1984.
4. Д у б л я н с к и й Ю. В. Механизм формирования и моделирование гидротермокарста. Новосибирск: АН СССР, 1990.
5. К л и м ч у к А. Б. Значение приповерхностной зоны в гидрогеологии и морфогенезе карста. Ин-т геол. наук. Киев, 1989.
6. К л и м ч у к А. Б. Гидрогеологические условия развития и генезис карстовых полостей в неогеновых сульфатных отложениях Вольно-Подольского артезианского бассейна: Автореф. дис. ... канд. геол. наук. Ин-т геол. наук НАНУ. Киев, 1999.
7. М а к с и м о в и ч Г. А. Основы карстведения. Пермь, 1969. Т. 2.
8. П и н н е к е р Е. В. Проблемы региональной гидрогеологии (Закономерности распространения и формирования подземных вод). М.: Наука, 1977.
9. Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР. Ташкент: ФАН, 1983.
10. Прогноз водопритоков в горные выработки и водозаборы подземных вод в трещиноватых и закарстованных породах. М.: Недра, 1972.
11. Р а ц М. В. К вопросу о зависимости густоты трещин от мощности слоев // ДАН СССР. 1962. Т. 114. Вып.3.

12. Рац М. В., Чернышев С. Н. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород. М.: Недра, 1970.
13. Чернышев С. Н. Трещины горных пород. М.: Наука, 1983..
14. Atkinson T. C. Diffuse flow and conduit flow in limestone terrain in the Mendip Hills (Great Britain) // Journ. of Hydrology 1977. Vol. 35.
15. Atkinson T. C. Present and future directions in karst hydrogeology // Annales de la Societe geologique de Belgique. 1985. Vol. 108.
16. Bonacci O. Karst hydrology, with special reference to the Dinaric Karst. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag. 1987.
17. Burdon D. J., Papakis N. Handbook of Karst Hydrogeology. Athens: Institute for Geology and Subsurface Research. 1963.
18. Ford D. C., Williams P. W. Karst geomorphology and hydrology. London: Unwin Hyman. 1989.
19. Freeze R. A., Cherry J. A. Groundwater. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 1979.
20. Halihan T., Sharp J. M., Mace R. M. // Karst Modelling, Proceedings of the symposium held February 24-27, 1999, Charlottesville. Karst Water Institute Special. 1999. Publ. 5.
21. Hutton P. W. Is it appropriate to apply porous media groundwater circulation models to karstic aquifers? // Groundwater models for resources analysis and management. Boca Raton: Lewis Publishers. 1995.
22. Kiraly L. Rapport sur l'etat actuel des connaissances dans le domaine des caracteres physiques des roches karstiques. // Hydrogeology of karstic terranes. International Union of Geological Sciences, 1975. Bd. 3.
23. Klimchouk A. B. Large gypsum caves in the Western Ukraine and their genesis // Cave Science 1992. Vol. 19 (1).
24. Klimchouk A. Karst morphogenesis in the epikarstic zone // Cave and Karst Science. 1995. Vol. 21.
25. Klimchouk A. B. Speleogenesis under deep-seated and confined settings // Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers. Huntsville: Nat. Speleol. Soc. 2000.
26. Klimchouk A., Ford D., Palmer A., Dreybrodt W. Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers. Huntsville: Nat. Speleol. Soc. 2000
27. Quinlan J. F., Ewers R. O. Groundwater flow in limestone terranes: Strategy, rationale and procedure for reliable and efficient monitoring of groundwater quality in karst areas // 5th Nat. Symp. and Exp. on Aquifer Restoration and Groundwater Monitoring, Columbus, Ohio. 1985.
28. Quinlan J. F., Ewers R. O. Subsurface drainage in the Mammoth Cave area // Karst Hydrology: Concepts from the Mammoth Cave area. New York: Van Nostrand Reinhold. 1989.
29. Sauter M. Double porosity models in karstified limestone aquifers, field Validation and data provision. Hydrologic processes in Karst Terranes // Intern. Assoc. of Hydrol. Sciences 1993. Publ. 207.
30. Shuster E. T., White W. B. Seasonal fluctuations in the chemistry of limestone springs: A possible means for characterizing carbonate aquifers // Journal of Hydrology, 1971. Vol. 14.
31. White W. B. Conceptual models for karstic aquifers // Karst Modelling, Proceedings of the symposium held February 24-27, 1999, Charlottesville, Virginia. Karst Water Institute Special. 1999. Publ. 5.
32. White W. B., Schmidt V. A. Hydrology of a karst area in east-central West Virginia // Water Resources, 1966. Vol. 2.

33. Worthington S. R. H. Karst hydrogeology of the Canadian Rocky Mountains. PhDthesis, McMaster University, Hamilton, 1991.

34. Worthington S. R. H. A comprehensive strategy for understanding flow in carbonate aquifers // Karst Modelling, Proceedings of the symposium held February 24-27, 1999, Charlottesville, Virginia. Karst Water Institute, 1999. Publ. 5.

35. Worthington S. R. H., Ford D. Borehole tests for megascale channeling in carbonate aquifers // Proc. of the 12th Intern. Congr. of Speleology. La Chaux-de-Fonds, Switzerland. 1997. Vol. 11.

36. Worthington S. R. H., Ford D.C., Beddows P. Porosity and Permeability enhancement in unconfined carbonate aquifers as a result of solution // Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers. Huntsville: Nat. Speleol. Soc. 2000.

В. Н. Дублянский¹, Ю. В. Дублянский²

ПРОБЛЕМА КОНДЕНСАЦИИ В КАРСТОВЕДЕНИИ И СПЕЛЕОЛОГИИ¹

¹Пермский госуниверситет

²Институт минералогии и петрографии СО РАН, Новосибирск

V. N. Dublyansky, Y. V. Dublyansky

THE PROBLEM OF CONDENSATION IN KARST AND SPELEOLOGY

Condensation in karst occurs over a wide range of natural settings, at latitudes from 25° to 70° and altitudes from sea level to 2600 m. In summer (April through September), condensation introduces a significant amount of water into the karst massifs (from 0,1% to as much as 20% of the total dry-season runoff). Contrary to common belief, in winter evaporation does not withdraw appreciable amounts of water from the massifs. Evaporating at depth, the water condenses near the surface within the epikarstis zone or on the snow cover and flows back. Condensation can sustain springs during prolonged dry periods (such as summer and winter) when there is no recharge by liquid precipitation. Condensation can play a significant role in speleogenesis, and many forms of cave macro-, meso-, and micromorphologies are attributable to condensation corrosion. It can particularly be efficient in the latter stages of hydrothermal cave development (during partial dewatering) when the temperature and the humidity gradients are highest. Coupled with evaporation, air convection, and aerosol mass transfer, condensation can play a crucial role in the formation of a number of speleothems, as well as create peculiar patterns of cave microclimate.

История гидрогеологии свидетельствует, что первые высказывания о возможностях "сгущения" под землей воздуха или водяных паров с образованием

© В. Н. Дублянский, Ю. В. Дублянский 2001

¹Статья представляет собой переработанный текст публикации в международной монографии [69].

конденсационных вод принадлежат Фалесу Милетскому, Эмпедоклу и Аристотелю (570-322 гг. до н. э.). Марк Витрувий Поллио (1 в. н. э.) допускал также конденсацию влаги из паров горячих вод, поднимающихся из недр Земли. Последующие 15 веков были периодом застоя научной мысли, так как явления природы толковались в соответствии с догматами богословия. Лишь в XVI-XVIII вв. Г. Агрикола, Р. Декарт и А. Кирхер заново ввели в научный обиход идеи натурофилософов древности [33].

Конденсационная гипотеза формирования подземных вод была сформулирована в 1877 г. О. Фольгером. Однако она была подвергнута серьезной критике [56] и после недолгой дискуссии отвергнута. Ее возрождению способствовали слабо известные за пределами России работы А.Ф. Лебедева (1908-1926 гг.). Согласно парадигме, предложенной Лебедевым [26], для конденсации не обязательна "прокачка" через поры и трещины горных пород большого количества воздуха. Водяной пар самостоятельно перемещается от областей с большим к областям с меньшим парциальным давлением водяного пара и температурой воздуха. Парадигма А. Ф. Лебедева более 70 лет лежала в основе большинства проводимых исследований. Из нее следует, что в теплый период в карстовых полостях теоретически возможна конденсация, а в холодный – испарение (рис. 1).

В 30-80-е гг. XX в. по проблеме конденсации опубликовано около 1000 научных статей [23]. 10% исследователей считает конденсацию атмосферной влаги под землей невозможной, 30% полагает, что конденсация теплого периода компенсируется испарением холодного и ее роль в водном балансе незначительна, 50% отводит ей некоторую роль в водном балансе, но от количественных оценок воздерживается и лишь 10% признает ее существенное гидрогеологическое значение.

В современной справочной и методической литературе отмечается, что "в связи со сложностью и трудоемкостью количественного определения конденсации при балансовых исследованиях ее учитывать пока нецелесообразно" [2, с. 120]; "вследствие практических затруднений определения конденсация условно учитывается вместе с осадками и испарением" [33, с. 89] и др.

Расходятся и мнения карстоведов о роли конденсации: Е. Мартель [60] отвергает ее возможность, Ф. Тромб ([71]) и Н. А. Гвоздецкий [5] придают ей значительную, а Б. А. Гергедава [6] – даже главенствующую роль в спелеогенезе. В фундаментальной сводке Д. Форда и А. Вильямса [54] упоминается только, что конденсация имеет сезонный ход, а конденсационные воды производят значительную коррозионную работу.

Многолетние исследования карста Крыма, Кавказа и других регионов бывшего СССР свидетельствуют о большой роли конденсации в формировании карстовых вод и спелеогенезе. Объем статьи не позволяет привести все литературные ссылки (даются только основные, остальные характеризуются через библиографический указатель [23]), а также привести конкретные данные о физико-географических условиях проведения исследований (авторы оперируют статистическими данными (средними и

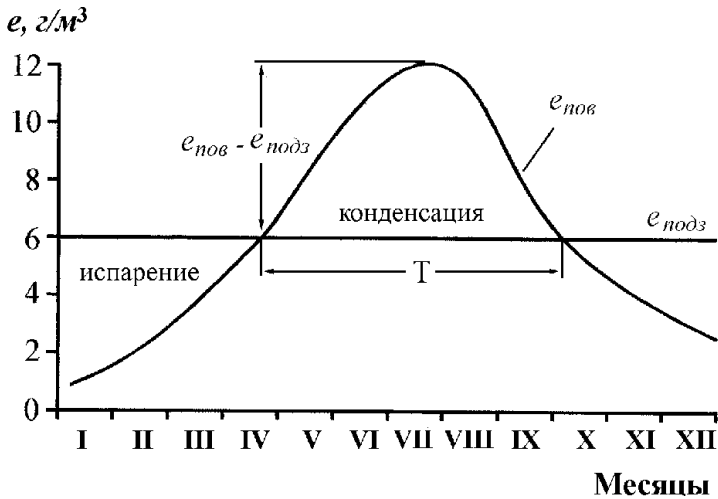


Рис. 1. Ход абсолютной влажности (мм рт. ст.) на поверхности ($e_{пов}$) и под землей, в нейтральной зоне карстовых полостей ($e_{подз}$). T – продолжительность конденсации, сут; $(e_{пов} - e_{подз})$ – градиент абсолютной влажности воздуха, мм рт. ст. роль в спелеогенезе.

коэффициентами их вариации), изложить детали использованных методик (приводятся только основные их положения).

Для облегчения понимания содержания статьи определим базовые понятия. **Конденсация** – это переход водяного пара, находящегося в воздухе, в жидкое (собственно конденсация) или в твердое (сублимация) состояние; наблюдается он в атмосфере, на поверхности земли, воды и различных предметов, а также – внутри почвы и горных пород [45]. Кроме конденсации может происходить **сорбция** [40]: поглощение влаги на поверхности твердого тела или на разделе пар-жидкость (адсорбция), объемное поглощение водой или твердым телом (абсорбция) и поглощение влаги с образованием химического соединения (хемосорбция). При сжижении водяного пара, поступающего из нижней части зоны аэрации, из подземной атмосферы или с уровня холодных или горячих подземных вод, применяется термин дистилляция.

В разных разделах работы, в зависимости от контекста, говорится о парциальном давлении водяного пара (e , мб, мм рт. ст. или Па) либо о влагосодержании воздуха (e , $г/м^3$), которое в диапазоне температур, характерных для карстовых полостей мира, приблизительно равно парциальному давлению, выраженному в мм рт. ст.

Анализ проблемы позволяет выделить четыре уровня исследований (глобальный, региональный, локальный и объектный), на которых целесообразно использование разных методических подходов и приемов изучения конденсации. Данные, полученные на одном уровне, не всегда транспонируются на другой [33].

Изучение конденсации на глобальном уровне. На глобальном уровне оценивается возможность прохождения конденсации в пределах всего Земного

шара, на разных широтах и высотах ([9], рис. 2). Для построения графиков использованы данные о широтном и высотном распределении абсолютной влажности атмосферного воздуха [45] и о ее распределении в карстовых полостях мира, находящихся на разных широтах и высотах [48, 63]. В теплый период (июль) на широтах от 25 до 70° происходит конденсация, на более низких широтах сменяющаяся испарением; в холодный период (январь) повсеместно под землей наблюдается испарение влаги. Интенсивность конденсации и испарения меняется с высотой. Рисунок 2 свидетельствует о потенциальной возможности конденсации. Ее реальная величина зависит от положения полости в пределах той или иной климатической зоны, прохождения циклонов и антициклонов и многих других причин. Требуется уточнения и количественный аспект проблемы: в какой степени испарение холодного периода компенсирует конденсацию теплого. Данные, приведенные ниже, свидетельствуют, что мнение об интенсивном зимнем выносе влаги из карстовых массивов нуждается в корректировке.

Изучение конденсации на региональном уровне. На региональном уровне оценивается возможность прохождения конденсации в пределах горных сооружений (например Крым) или отдельных карстовых массивов (например Алексский). Прохождение конденсации на этом уровне подтверждает ряд факторов: существование малодобитных, но постоянных источников на изолированных карстово-эрозионных и структурно-денудационных останцах, близ горных вершин, перевалов, в таких условиях, где инфильтрационное питание весьма невелико [11, 15, 36, 39 и др.].

Постоянство меженных расходов карстовых источников. В зависимости от положения в пределах разных гидродинамических зон [28] карстовые источники в летнюю межень характеризуются плавной кривой убывания расходов, соответствующей сработке емкостных запасов, содержащихся в каверновых, трещинных и поровых коллекторах (модели опорожнения массива).

Известен ряд аппроксимирующих зависимостей, нередко имеющих вид $Q = Q_0 \cdot e^{-at}$ [54]. Однако значительно чаще нижняя ветвь кривой расходов после достижения определенного минимума ($n \cdot 10^0$ л/с) носит прямолинейный характер на протяжении длительного времени (1-4 месяца). Это дало основание Ф. Иенко [58] говорить о постоянстве меженных расходов источников Динарского карста. Таким же постоянством обладают источники Крыма, Кавказа и других карстовых районов бывшего СССР [14].

Анализ суточных лент самописцев за теплый период 1963-1988 гг. по р. Краснопещерной (Крым) выявил тонкую структуру изменений расходов источников в межень, не фиксируемую Гидрометеослужбой, так как она вела расчеты только средних расходов. При среднем расходе 6 л/с он менялся на протяжении суток от 4 до 8 л/с (рис. 3). Таким образом, происходит не просто сработка запасов карстовых вод. На нее накладывается какой-то динамический процесс, обуславливающий стабилизацию расхода источников на определенном (различном для каждого источника) уровне. Так как ход

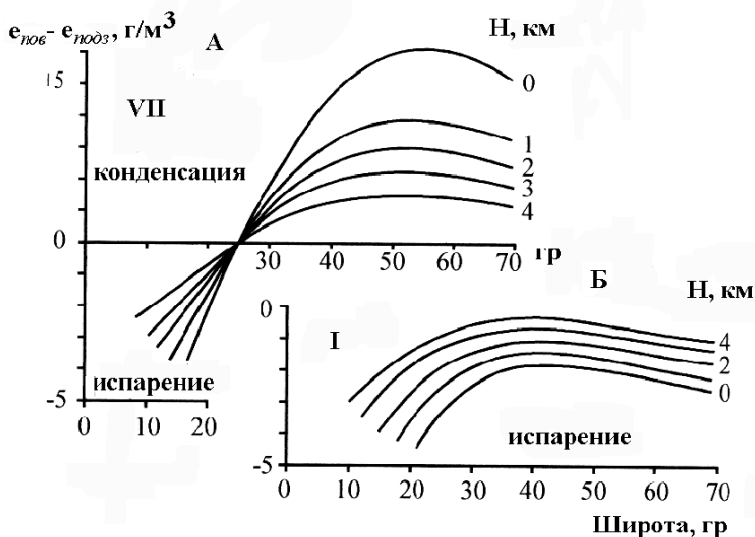


Рис. 2. Потенциальная возможность конденсации в карстовых массивах в теплый (А, июль) и холодный (Б, январь) периоды на разных широтах (град) и высоте над уровнем моря (Н, км)

процесса одинаков в источниках, находящихся на разных высотах, вне зависимости от наличия и состава растительности, могущей дать "транспирационный ход" расхода, этим процессом может быть только конденсация. В районе Красной пещеры изменения расходов источников, вызванные влиянием приливных сил [20], не выявлены.

Гидрометеорологические данные. Многолетние наблюдения над расходами 15 источников Крыма и 6 источников Зап. Кавказа, расположенных на абсолютной высоте от 30 до 1800 м и имеющих расход от 0,12 до 8,660 л/с, показали наличие связи между их расходами в межень (при отсутствии осадков 1-4 месяца), температурой ($t_{возд}, ^\circ\text{C}$) и влажностью воздуха (e , мм рт. ст.). Для теплых периодов 1965-1994 гг. (июль-август) доказано наличие внутрисуточного хода расходов (Q , л/с), температуры воды ($t_{вод}, ^\circ\text{C}$) и изменений параметров атмосферного воздуха ($t_{возд}, ^\circ\text{C}$; e , мм рт. ст.). Связи между ними характеризуются статистически значимыми коэффициентами корреляции ($0,77-0,99 \pm 0,05-0,21$), достигающими наибольших значений при периоде дообегания (величине сдвигки) от 1 до 15 ч (рис. 1 Б, табл. 1). Температура воды меняется в течение суток почти синхронно изменениям расхода, слабо коррелируясь с изменениями температуры воздуха. Можно предположить, что именно она является регулятором температуры при конденсации (теплоемкость воды в 4-5 раз выше, чем теплоемкость пород, в которых происходит конденсация – 0,18-0,24 кал/г·град).

Инженерно-геологические данные. В 70-90 гг. XX в. появились данные о конденсационных процессах, возникающих при застройке закарстованных территорий (жилые и промышленные сооружения, асфальтовые и бетонные покрытия, насыпи, аэродромы и пр.) [4 и др.]. Многие исследователи считают конденсацию основным, активным, систематическим фактором развития подтопления [38].

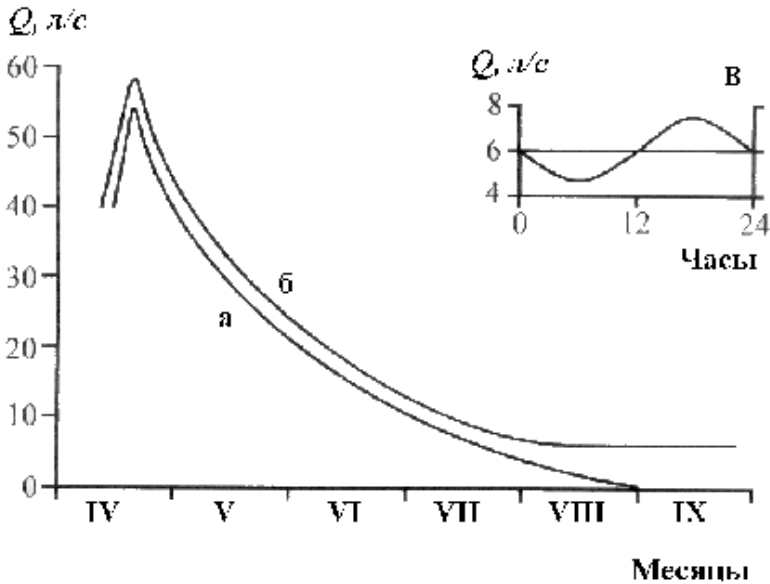


Рис. 3. Ход расходов карстового источника: а – согласно модели сработки запасов, б – согласно конденсационной модели, в – суточный ход источника в период конденсационного питания (межень)

Для определения количеств влаги на региональном уровне используют балансовые, микроклиматические и расчетные методы.

Балансовые методы. В Горном Крыму неоднократно предпринимались попытки определения конденсации из уравнения водного баланса (как разности осадки минус испарение и сток [7, 11 и др.]). Эти методы некорректны, так как вероятная величина конденсации сопоставима с ошибкой определения других элементов баланса (10-15%).

Микроклиматический метод. Основывается на формуле В. Н. Оболенского [32] с поправкой В. Н. Дублянского [10]:

$$A = V \cdot \varepsilon \cdot (e_{нов} - e_{под}) \cdot T \cdot J, \quad (1)$$

где A – количество конденсата, г; V – объем активной части карстового массива, $м^3$ (определяется по топографической и геологической картам с учетом глубины развитых здесь карстовых полостей); ε – степень трещинно-карстовой

пустотности, доли единицы (определяются геологическим, геофизическими или гидрохимическим методами по плотности трещиноватости и объему карстовых полостей; $(e_{\text{пов}} - e_{\text{подз}})$ – разность влагосодержаний воздуха на поверхности и под землей, г/м³ (определяется по рис. 1); T – продолжительность периода конденсации, сут (определяется по рис. 2); J – интенсивность воздухообмена, раз/сут (определяется по замерам в карстовых полостях, приведенным к средним для массива размерам трещин и пустот по специальной номограмме [10]).

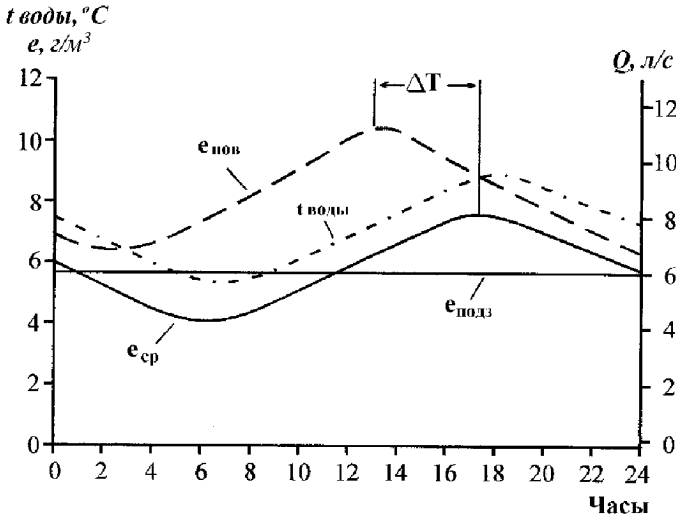


Рис. 4. Ход расхода (Q , л/с) и температуры воды ($t_{\text{вод.}}$, °C) конденсационного источника в сравнении с ходом абсолютной влажности атмосферного воздуха, e , мм рт. ст., T – время добегания, часы

Этим методом рассчитаны количества влаги на 16 разных карстовых массивах площадью от 2,7 до 495 км² (табл. 3). Средний модуль конденсационного стока составляет 1,86 л/с·км² (в расчете на год) или 4,54 л/с·км² (в расчете на период конденсации). Среднее распределение количеств конденсационной влаги по месяцам: IV – 1, V – 22, VI – 24, VII – 30, VIII – 22, IX – 1%. Изучение хода конденсации в трещинно-каверновых коллекторах Бзыбского массива (Зап. Кавказ) показало, что с высотой разность $(e_{\text{пов}} - e_{\text{подз}})$ убывает с 26 (уровень моря) до 21 мм рт. ст (2600 м), а T , напротив, возрастает со 150 до 210 сут. Поэтому динамические параметры конденсации $T \cdot (e_{\text{пов}} - e_{\text{подз}})$ до высоты 1100 м уменьшаются, а с 1100 м – увеличиваются (рис. 2 Б).

Несмотря на явные недостатки этого метода (сложность определения отдельных параметров, недоучет диффузии водяных паров, не зависящей от движения воздуха и пр.), он дает хорошие результаты. Проверка его на

режимном блоке Красной пещеры (Крым) независимым методом (по меженному расходу источников) дала расхождение 10%, что вполне допустимо.

Расчетные методы. В 1938-1986 гг. были предложены расчетные методы для определения конденсации в пределах карстовых массивов [30, 42 и др.]. Они обладают рядом сходных недостатков: пригодны для слишком общих или, напротив, частных расчетов, не учитывают особенностей аэро- и гидродинамики эпикарстовой зоны, содержат трудноопределимые члены (коэффициенты, учитывающие состояние воды, на поверхности которой происходит конденсация, эффективная площадь испаряющей поверхности, давление воды в подземном растворе, сосущая сила влаги в атмосферном воздухе и пр.).

Использование микроклиматического метода позволило определить роль конденсации в питании карстовых вод ряда горных массивов бывшего СССР (табл. 2). Из таблицы следует, что на конкретных карстовых массивах конденсация составляет от 0,1 до 9,1% годовой нормы осадков (среднее 3,5%, $C_v = 0,73$). Средний годовой модуль конденсационного стока составляет 1,86 л/с·км² ($C_v = 0,79$). Однако конденсация происходит только в теплый период. Поэтому практический смысл приобретает определение сезонного модуля стока, который повышается от 0,11 до 4,54 л/с·км². Эта величина хорошо коррелируется с меженными расходами источников указанных массивов ($r = 0,70-0,80$), подтверждая, таким образом, данные, приведенные на рис. 3. Расчет конденсации, произведенный по микроклиматическим данным, позволяет вскрыть интересные особенности формирования конденсационных вод в разных высотных зонах карстовых массивов (рис. 5).

В формулу для расчета конденсации (1) входят статические (V, ε) и динамические ($T, e_{нов} - e_{подз}, J$) члены. С высотой величина ($e_{нов} - e_{подз}$) снижается, а T – возрастает. В результате на высоте 800-1600 м возникает минимум, а ниже 800 и выше 1600 м – два максимума конденсации. Это хорошо подтверждается наличием здесь малодобитных источников, имеющих ничтожные инфильтрационные водосборы (Багья, табл. 1).

Приведенные материалы далеко не исчерпывают всех вопросов, возникающих при изучении конденсации на региональном уровне. Большой интерес представляет изучение годового хода конденсационных процессов в разных высотных зонах для карстовых массивов, покрытых разной растительностью, для высокогорного карста, изменений в нем, вызванных прохождением атмосферных фронтов и пр.

Изучение конденсации на локальном уровне. На локальном уровне оценивается прохождение конденсации в отдельных карстовых полостях, а также – на отторженцах, питающих источники. Из историко-археологической литературы известно, что конденсационной водой, образующейся в естественных глыбовых развалах и специально сложенных кучах щебня, пользовались жители античных и средневековых поселений Южной Европы и Центральной Азии [3, 19, 21, 23, 42, 44 и др.]. Известны случаи, когда разборка развалов и изолированных известняковых отторженцев на щебень

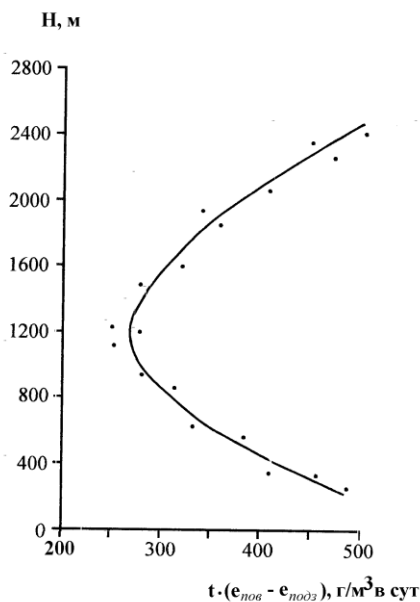


Рис. 5. Зависимость $T(e_{\text{пов}} - e_{\text{подз}}) = f(H)$ на Бзыбском массиве (Зап. Кавказ)

для дорожного строительства приводила к уменьшению расходов и даже полному исчезновению конденсационных источников (Крым, Гаспринский исар, Морчека и пр.).

В 60-90 гг. спелеологическими наблюдениями доказано существование зон конденсации в различных по расположению, морфологии и микроклимату карстовых пещер и искусственных выработок Земного шара [11, 18, 27, 35, 36, 43, 47, 55, 68 и др.].

Потенциальную возможность прохождения конденсации в карстовых полостях можно оценить по соотношению $(e_{\text{пов}} - e_{\text{подз}})$. Микроклиматические наблюдения в 290 пещерах Крыма и Зап. Кавказа (более тысячи одновременных замеров, более 5 тыс. суточных лент самописцев-барографов, термографов, гигрографов) доказали наличие конденсации и особенности ее суточного, недельного и месячного хода [46, 47, 51 и др.]. В теплый период в карстовых полостях наблюдается конденсация, возрастающая в июле-августе. В холодный период преобладает испарение, хотя в отдельных ситуациях фиксируется и конденсация. Ее суточный ход коррелируется с ходом температуры и влажности на поверхности, максимум отмечается в 10-16 ч, минимум в 22-02 ч. Прохождение процессов конденсации и хемосорбции в пещерах и рудниках, заложенных в породах повышенной гигроскопичности (каменная и калийная соли, сода и пр.), отмечали Г. А. Максимович [28], Г. В. Короткевич [24], Ю. П. Еременко [18], Г. В. Бельтюков [1] и ряд других исследователей. Г. В. Короткевич доказал, что конденсация в соляных выработках составляет 180-225 мм/год.

Таблица 1

Связь между расходом и температурой воды конденсационных источников известняковых массивов Крыма и Кавказа с абсолютной влажностью атмосферного воздуха

Источник	Абс. выс, м	Время наблюдений	Q, л/с	T _{воды} , °C	Добега-ние, ч	Коэффициент корреляции
Крым						
Айпетринский	1100	01-02.07.1959	0,012	7,2	2	0,95 ± 0,09
Бештекне	1000	26-27.06.1989	6,100	6,5	3	0,78 ± 0,17
Бештекне	980	08-09.07.1989	0,770	7,7	3	0,72 ± 0,11
Пахкал-Кая	960	27-28.06.1994	0,014	10,1	6	0,80 ± 0,12
Алуштинский	920	20-21.07.1991	0,054	6,5	3	0,86 ± 0,09
Алуштинский	730	20-21.07.1991	0,181	8,5	3	0,85 ± 0,13
Мангупский	575	25-26.07.1971	0,370	10,6	4	0,92 ± 0,12
Кизил-Коба	550	24-25.08.1965	8,560	9,8	15	0,81 ± 0,07
Алешина вода	550	25-26.08.1965	2,350	9,6	6	0,85 ± 0,14
Краснопещер-ный	510	26-27.06.1984	1,460	9,6	8	0,81 ± 0,16
Петровские Скалы-1	420	18-19.06.1986	0,110	10,9	2	0,74 ± 0,16
Предушельное	380	02-03.08.1989	0,700	10,5	4	0,83 ± 0,21
Петровские Скалы-2	330	9-10.07.1991	0,104	11,2	14	0,75 ± 0,18
Янышар	160	01-02.05.1988	0,020	–	18	0,96 ± 0,02
Опук	30	02.07.1991	0,105	13,3	10	0,73 ± 0,18
Кавказ						
Багья	1800	12-13.07.1993	0,220	8,5	1	0,99 ± 0,05
Гелгелук	1780	19-20.07.1984	1,400	4,1	5	0,92 ± 0,09
Алек	960	05-06.08.1971	0,220	9,2	5	0,88 ± 0,07
Алек	960	06-07.08.1971	0,170	9,6	5	0,92 ± 0,09
Провал	600	21-22.08.1975	0,830	30,0	16	0,72 ± 0,19
Ахун	210	27-28.1976	0,030	8,9	7	0,87 ± 0,14
Среднее	–	–	1,132	10,1	6	0,84 ± 0,12

В соляных рудниках Приуралья объем конденсации достигает 50 тыс. м³ в год. Изучение конденсации на локальном уровне позволило выявить новые возможности формирования влаги из паров воздуха под землей.

Особый интерес представляет дистилляция ("зимняя конденсация"). Конденсация теплого периода происходит с привносом влаги из атмосферы. В холодный период существенного выноса ее из карстового массива не происходит, так как испаряющаяся в глубине массива влага конденсируется в пределах эпикарстовой зоны и в толще покрывающего массива снега (рис.6). Возникает "малый круговорот влаги", не пополняющий ее общие запасы в массиве, но способствующей активному прохождению конденсационных процессов. Зимняя конденсация поддерживает подземный сток высокоширотных и высокогорных карстовых массивов в то время, когда они лишены питания жидкими осадками. Снег на некоторых из них не тает 3-5 месяцев, достигая мощности 6-12 м (Бзыбский массив). Однако под землей наблюдается незначительный подземный сток, хорошо коррелирующийся с

Таблица 2

Роль конденсации в питании подземных вод некоторых карстовых массивов Украины, России, Грузии [3, 11, 14, 15]

Карстовый массив	Площадь, км ²	Конденсация		Модуль стока, л/с·км ²	
		мм	% от осадков	годовой	сезонный
Угольский	12,0	1	0,1	0,02	0,11
Айпетринский	97,7	77	6,4	2,46	5,00
Долгоруковски	79,5	25	3,0	0,81	2,94
Карабийский	217,4	27	3,2	0,86	3,09
Чатырдагский	23,4	69	7,2	2,38	5,30
Внутренняя гряда	293,0	11	2,0	1,85	9,60
Опукский	2,7	36	9,1	1,15	1,70
Кавминводский	495,0	8	1,2	0,25	0,68
Алек-Ахцу	28,8	82	3,4	2,60	6,12
Дзыхра-Воронцовка	38,0	41	1,9	1,85	4,20
Ахштырь-Ахун	19,0	22	1,1	0,69	1,40
Арабика	517,8	134	5,6	4,27	9,36
Бзыбский	297,8	121	4,8	3,85	8,40
Хипстинский	186,8	149	5,8	4,72	10,13
Гумишхинский	263,5	61	3,1	1,95	4,37
Дурипшский	40,9	4	0,1	0,12	0,28
Среднее		54	3,5	1,86	4,54
C _v		0,87	0,73	0,79	0,75

изменениями отрицательных температур воздуха на поверхности. Предположение о том, что он – результат поступления тепла из недр земли, было снято после проведения микроклиматической съемки. Карстовые массивы – это глубоко охлажденные структуры, действие геотермического градиента в которых начинает сказываться только на очень большой глубине. "Зимняя конденсация" была выявлена и на Пинего-Кулойском карстовом районе на севере России [29]. В гипсовой Кулогорской пещере на протяжении 11 суток фиксировалось образование капель конденсата при температуре воздуха на поверхности от -42° до -7°С. Зимняя конденсация хорошо изучена в Кунгурской пещере [12].

Открытие "зимней конденсации" требует теоретического осмысления. Очевидно, это именно тот механизм, который препятствует повсеместному зимнему испарению влаги из карстовых массивов (площадь открытых входов в карстовые полости, через которые свободно осуществляется такой вынос, пренебрежимо мала по сравнению с общей их площадью).

Особый случай – гидротермальная конденсация, протекающая над поверхностью термальных карстовых вод. В результате возникают шарообразные полости, хорошо изученные в Венгрии (рис. 2 Б, 7 [17 и др.]) и в других карстовых районах мира. Теоретическое моделирование [17, 70] показало, что конденсация в таких условиях является самозатухающим процессом. Это связано с низкой теплопроводностью вмещающих пород, что приводит к быстрому повышению температуры конденсирующих

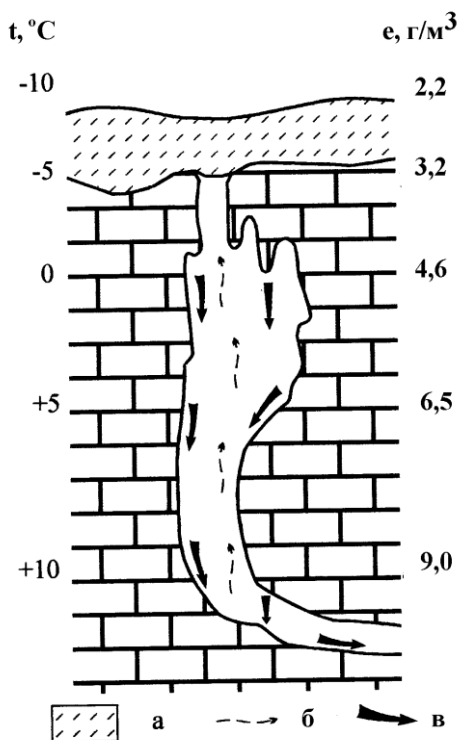


Рис. 6. "Малый круговорот влаги", возникающий при конденсации холодного периода:
 а – снег; движение влаги: б – парообразной, в – гравитационной

поверхностей. Однако, если имеется даже незначительная вентиляция, гидротермальная конденсация может стать мощным карстообразующим фактором. Яркие примеры процессов испарения, конвективного переноса и конденсационной коррозии известны в пещере Гротта Гиusti в Италии. Температура воздуха в верхних этажах пещеры составляет 20°C , а воды в термальных озерах – $32\text{--}34^\circ\text{C}$. Конденсация в пещере оценивается в 98400 л/сут , а интенсивность растворения стенок пещеры конденсатом – в 630 г/сут [50].

При изучении конденсации на локальном уровне кроме рассмотренных выше общих вопросов (положение пещеры на разной высоте, в разных широтных зонах, наличие годового, сезонного и суточного хода процесса конденсации, влияние погодных изменений на поверхности и пр.) возникает много частных, но очень важных, требующих специального изучения. Среди них – образование конденсационной влаги из "туманов смешивания", особенности конденсации в сужениях пещер за счет увеличения скорости воздушного потока, понижения давления и температуры, влияние льда (при этом начинаются процессы сублимации) и пр.

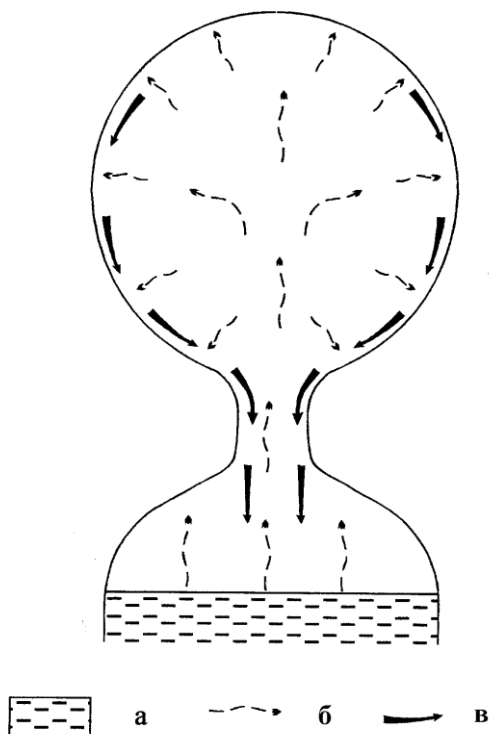


Рис. 7. Конденсация влаги в гидротермальной полости:
 а – нагретая вода, движение влаги: б – паробразной, в – гравитационной

Изучение конденсации на объектном уровне. На объектном уровне изучение конденсации производится на разных участках пещер (в отдельных залах, в привходовой части и пр.), на конденсационных установках различных размеров и конструкции, а также при проведении специальных работ (изучение условий образования различных минералов, обеспечение сохранности наскальной живописи и пр.).

Сведений о прохождении конденсации на объектном уровне очень много, однако преобладают описания. Так, Л. Ф. Фирсов [44] при изучении археологии средневековых пещерных городов Крыма обратил внимание на активную летнюю конденсацию в отдельных криптах (склепах). По его наблюдениям в склепе площадью $1,5 \text{ м}^2$ и объемом $5,5 \text{ м}^3$ на 1 м^2 поверхности стен и сводов в июле образуется до $0,25 \text{ л}$ воды в сутки. Он же описал несколько цистерн для сбора конденсационной воды, сооруженных в естественных (Эски-Кермен) или искусственно расширенных и покрытых специальным гидрофобным раствором углублениях (Бюк-Исар).

Прямые наблюдения за количеством конденсационной влаги, образующейся в отдельных зонах, начал С. С. Прокофьев [35]. Он применил в Воронцовской пещере (Зап. Кавказ) V-образные стеклянные сборники конденсационной (частью инфильтрационной) воды. При воздухообмене в этой части пещеры $161,3 \cdot 106 \text{ м}^3/\text{сут}$ они давали до 1300 г влаги. Подобные наблюдения проводились во многих пещерах Европы и Азии.

Особое место среди объектных наблюдений занимает изучение конденсации в лизиметрах и конденсаторах. Оно осуществлялось в Крыму, на Кавказе, в Центральной России, на Кольском полуострове, в Южной и Восточной Сибири с помощью приборов и установок разной конструкции (металлические конусы, цилиндры, параллелепипеды, обсадные трубы, полиэтиленовые емкости и пр.), имеющих размеры от 0,01 до 1120 м^3 , заполненных суглинком, песком, щебенкой, галькой, гравием, глыбами известняка или других горных пород и установленных на высоте от 100 до 1100 м над уровнем моря. Они дали весьма противоречивые результаты – от 12 до 980 г влаги на 1 м^3 заполнителя (табл. 3). Попытки распространить полученные данные на весь карстовый массив успеха не имели [7, 21 и др.].

Наблюдения на объектном уровне, кроме перечисленных выше индивидуальных особенностей, характерных для более высоких уровней изучения, имеет и ряд специфических. Упомянем только о необходимости учета структуры воздушных потоков (это ярко выявилось в Карлсбадской пещере при изучении условий образования полкорна [57]), возможностей переноса влаги из местных испаряющих источников (подземные реки и озера), а также – повышения роли сорбционных процессов разных видов (на т. н. молекулярную конденсацию большое влияние оказывают микроформы поверхности, "капельная" конденсация осуществляется по одним законам, хемосорбция – по другим и пр.).

Известно довольно много расчетных методов определения конденсации в отдельных карстовых полостях. Они базируются на разных теоретических предпосылках.

Первые расчеты количеств конденсационной влаги, образующейся в пещерах, выполнил в 1951 г. В. С. Лукин [27]. По его данным из каждого кубометра воздуха, проходящего через Кунгурскую ледяную пещеру, за сутки конденсируется 4600 г влаги. Наблюдения Т. И. Устиновой [43] в пяти легкодоступных пещерах Крыма дали величину, меньшую на три порядка (3 г при интенсивности воздухообмена $0,03 \cdot 106 \text{ м}^3/\text{сут}$).

В 60-70 гг. детальные микроклиматические исследования были проведены в 157 карстовых полостях Крыма [26 и др.]. Они дали среднюю величину конденсации $19,9 \text{ г/м}^3$ ($C_v = 1,45$). Максимальной величины ($75,8 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут}$) она достигала в июле в шахтах-понорах. Для вскрытых пещер подтверждены данные Т. И. Устиновой ($0,7-4,0 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут}$).

В 1970-1979 гг. К. Д. Цикаришвили [46] определил суточное количество конденсационной влаги, формирующейся в Ново-Афонской пещере ($4882,3 \text{ г/м}^3$ при воздухообмене $1,7 \cdot 106 \text{ м}^3$). Аналогичные работы выполнены в пещерах Румынии, Франции и других районов мира [27, 68 и др.].

Производительность конденсационных установок разного типа

Автор эксперимента	Годы	Район и абс. высота, м	Заполнитель прибора		Производительность, л/сут·с 1 м ³
			объем, м ³	состав	
Головкинский И. А., Педдакас И. К.	1864- 1905	ЮБК, 300	0,04-0,14	Г, П	0,028
Зибольд Ф. И.	1912	ВК, 190	1117,0	Га	0,320
Худяев И. Е.	1931	ЮБК, 480	0,08	Щ	0,980
Белявский А. Я.	1940	Ки, 100	10,01	П, Л	2,324
Тугаринов В. В.	1951	Подм, 280	300,0	Щ	0,620
Рейнюк И. Г.	1951-1965	Кол, 200	0,017-0,016	П, Г	0,370
Протасов В. А.	1955	ЮБК, 400	0,25	Щ	0,018
Климочкин В. В.	1958-1970	Сиб, КП	0,01-0,05	П, Г, Щ	0,050 0,060 0,100
Дублянский В. Н.	1960	ЗК, 1100	900,0	Щ	0,016
Приблуда В. Д.	1963- 1976	ЗК, 900	22,0	П Щ	0,012 0,381

Район установки прибора: ЮБК – Южный берег Крыма, ВК – Восточный Крым, ЗК – Западный Крым, Подм. – Подмосковье, Ки – Киев, Кол – Колыма, Сиб – Сибирь, КП – Кольский полуостров. Заполнитель: Г – глина, П – песок, Га – галька, Щ – щебенка, Л – лесс

В 1978-1983 гг. Д. Мюке с соавторами [65] предложили эмпирическую формулу для расчета конденсации:

$$M = (25 + 20W) \cdot (X_s - X_L), \quad (4)$$

где M – скорость конденсации (испарения), г/м²·час, W – скорость движения воздуха, м/с, X_s – насыщающая влажность пограничного слоя, г/кг, X_L – влажность воздуха при той же температуре, г/кг.

В 1969 г. А. Эразо [52] отметил, что при поступлении в пещеру массы воздуха, обладающей повышенной температурой и пониженной относительной влажностью, происходит его охлаждение и частичная конденсация влаги. Понижение температуры (∂T , °C) рассчитывается по формуле

$$\partial T = (K - S) / (1000 \cdot C_p \cdot \gamma), \quad (5)$$

где K и S – удельная теплоемкость более влажного и более сухого воздуха ккал/м³; C_p – удельная теплоемкость воздуха, кал/г·град; γ – плотность воздуха, кг/м³. Расчеты проводятся по диаграммам состояния воздуха. Позднее схожий подход предложили В. Н. Дублянский и В. В. Илюхин [13].

В. М. Голод (1981) разработал математическую модель аэротермогидродинамических процессов в пещерах, находящихся в зоне аэрации. Он полагает, что процесс конденсации в силу малой интенсивности будет протекать равномерно (по линии насыщения). Поэтому изменение

влажносодержания воздуха и количество конденсата dV_k можно рассчитать по уравнениям (6) и (7):

$$P_n = P_0 \exp [n \cdot L_k / R] \cdot [(T_в - T_0) / (T_в \cdot T_0)], \quad (6)$$

$$dQK = p_L \cdot L_k \cdot dV_k, \quad (7)$$

где P_n – упругость насыщенного пара; P_0 и T_0 – давление и температура в тройной точке; n – молекулярная масса водяного пара; L_k – удельная теплота конденсации; R – универсальная газовая постоянная; $T_в$ – абсолютная температура; dQK – тепловой эффект конденсации; L – плотность жидкой фазы. Полное решение задачи возможно только на ЭВМ.

Термодинамический расчет, необходимый для спасения палеолитической живописи, был выполнен в пещере Ласко (Франция [54]). Он завершился созданием установки по кондиционированию воздуха.

Роль конденсации в карстологии и спелеологии. Анализ литературы по проблеме свидетельствует, что конденсация влияет на процессы, проходящие в карстосфере, вследствие увеличения количества движущейся в ней воды, увеличения размеров подземных пустот и изменения их морфологии, формирования особенностей микроклимата, образования и разрушения отложений. Материалов по всем этим направлениям пока немного и они весьма противоречивы.

Увеличение количества воды в карстосфере. Сведения, приведенные выше, позволяют сделать общее заключение, что конденсационные воды в самом благоприятном случае составляют не более 9% годовой суммы осадков (табл. 2). Однако конденсация происходит в основном в теплый период, когда осадков выпадает мало. Это повышает ее вклад в формирование меженного стока источников и рек карстового питания. Зимняя конденсация (дистилляция) не увеличивает общего количества воды в карстосфере, но повышает интенсивность ее обращения (возникают "местные круговороты"). Эти общие выводы нуждаются в уточнении на региональном и локальном уровнях исследований.

Деструктивные процессы в карстосфере. Сведения о химическом составе и свойствах конденсационных вод обычно ограничиваются высказываниями о том, что "в момент образования они обладают особой агрессивностью к горной породе" [5, 6, 47, 49, 55, 64, 67, 71 и др.]. Данные о химическом составе конденсационных вод немногочисленны. Анализировались в основном сборные пробы (до 10 тыс. капель, отобранных со сводов кисточкой или пипеткой; поступление с конденсирующих поверхностей приборов и пр.). Пробы анализировались в полевых и лабораторных условиях (определялось 6-12 компонентов). Обработка анализов производилась общепринятыми методами. Сведения о среднем составе конденсационных вод разных карстовых массивов Евразии приведены в табл. 4. Конденсационная влага имеет пеструю минерализацию (C_v до 1,15), различную в районах карбонатного, сульфатного и соляного карста. Конденсационные воды, прошедшие под землей некоторый путь (от 30 до 100 м), смешиваются с водами эпикарстовой зоны (осадков во время отбора не было 10-50 дней), имеют уже значительно более высокую

минерализацию при пониженном C_v (0,25-0,60). Это свидетельствует о значительной коррозионной деятельности, которую производят конденсационные воды в верхней части эпикарстовой зоны.

Оценить роль конденсации в гидрохимическом балансе карстового массива довольно сложно и пока удалось только для массива Алек (Западный Кавказ [15]). В теплый период за счет конденсационной коррозии с него сносится 41,2 т известняков (16,2 м²), что составляет всего 3,7% от величины общей карстовой денудации. Конденсационная коррозия наиболее существенна в июле (19%) и августе (16%).

С действием конденсационных вод связано возникновение многих элементов пещерной макро-, мезо- и микроморфологии (рис. 8). Это пещеры-шары с преобладающим диаметром 1-3 м [70], купола на сводах [47, 64 и др.], расширенные трещины, ячеи, ниши, вертикальные желоба, "рифленные поверхности" и пр. [1, 49, 50, 52 и пр.]. Лучше других изучен механизм образования гидротермальных пустот [17]. Конденсационная коррозия часто развивается не только по вмещающим породам, но и по заполнителю полостей разного состава (кальцит, гипс, соль, рудные тела [57]).

Аккумулятивные процессы в карстосфере. Конденсация играет значительную роль в формировании спелеосистем разного генезиса. В капитальной сводке "Минералы пещер Мира" [57] имеется много упоминаний о связи минералообразования под землей с конденсацией. Первые сведения о конденсационном генезисе сталактитов и сталагмитов восходят к XVII в. (Х. Якоб, Е. Де Клаве, Ж. Бомонт и др.). В 1964 г. Х. Холланд различает в сводной схеме пещерных отложений группу, связанную с конденсацией. В 1992 г. В. Н. Андрейчук выделил конденсационный подтип в типе водных хемогенных (известковое тесто, кристаллические коры, друзы и щетки) и водных криогенных (пещерный "иней") отложений. В 1993 г. А. Г. Филиппов выделяет конденсационный подтип в отложениях субтермального и коррозионно-гравитационного типов.

К. Хилл и П. Форти [57] считают, что конденсационное происхождение могут иметь многие спелеотемы субаэрального генезиса, сложенные кальцитом, гипсом, галитом, карналлитом, нитратами: геликтиты, глинистые вермикуляции, кораллоиды, лунное молоко, покровы и коры, ориентированный попкорн, цветы. Опыт авторов свидетельствует, что этот перечень можно дополнить антодитами, иглами, конулитами, кристаллами, оторочками, эксцентриками. Значительно шире и набор форм пещерного льда, имеющих конденсационный генезис [61]. Весьма велика роль конденсации в образовании минералов из групп галитов, нитратов и фосфатов, а также специфических пещерных минеральных форм других групп. В 90-е гг. большую популярность получила конденсационно-аэрозольная гипотеза формирования пещерных отложений [22 и др.]. Таким образом, этот аспект проблемы нуждается в дальнейшей разработке.

**Средний состав конденсационных вод
разных карстовых массивов Евразии**

Параметр	Капли на сводах	Струйки на стенах полостей и трещин	Источник сведений
Карбонатный холодный			
Количество проб, шт.	55	66	[11, 15, 21, 28, 31, 35 и др.]
Средняя минерализация, мг/л	22,0	140,0	
C_v	1,15	0,25	
Преобладающий ионный состав	$\text{HCO}_3\text{-Ca}$	$\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca}$	
Химическая денудация, мкм/год			[64]
Расчет, 10 °С	-	2,0-19,0	
Фактическая	-	0,5-4,0	
Карбонатный термальный			
Химическая денудация, мкм/год			[70]
Расчет, 60 °С	-	200,0-50,0*	
Расчет, 20 °С	-	30,0-4,0*	
Сульфатный холодный			
Количество проб, шт.	5	44	[12, 29]
Средняя минерализация, мг/л	2000	2100	
C_v			
Преобладающий ионный состав	$\text{SO}_4\text{-Ca}$	$\text{SO}_4\text{-Ca}$	
Химическая денудация, мкм/год			[64]
Расчет, 10 С	-	92,0-730,0	
Фактическая	-	90,0-121,0	
Соляной холодный			
Количество проб, шт.	6	17	[1, 18]
Средняя минерализация, мг/л	80000	322000	
C_v	-	0,65	
Преобладающий ионный состав	Cl-Na(K)	Cl-Na(K)	
Химическая денудация, мкм/год			[1]
Фактическая	-	21000	

Данных для оценки спелеогенетической роли зимней конденсации нет.

Конденсация и микроклимат карстовых полостей. Конденсация влаги сопровождается значительным (585 ккал/кг) выделением тепла и поэтому существенно сказывается на микроклимате пещер, в частности, на конфигурации полей температуры, абсолютной влажности и энтальпии [47, 62, 68]. Одним из самых ярких ее проявлений является возникновение короткопериодических (секунды – десятки секунд) автоколебаний, накладывающихся на длиннопериодическое "пещерное дыхание" барометрической природы [11, 16, 51, 53].

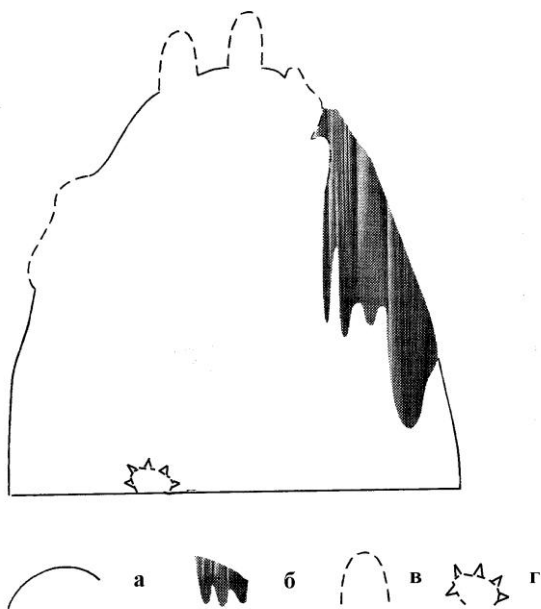


Рис. 8. Деструктивная деятельность конденсационных вод.

а – первичная (фрегатическая) карстовая форма, б – спелеотемы, в – коррозионные микроформы, г – корродированные обломки породы и натеки

Приведенные данные свидетельствуют об исключительной сложности проблемы. Сведения о конденсации приводят в своих работах не только карстоведы и спелеологи, но и метеорологи, гидрологи, гидрогеологи, гляциологи, почвоведы, лесоводы, археологи, специалисты по горному делу, строители, физики, химики и пр. Каждый из них обращает внимание на свои аспекты проблемы, использует разные методы оценки конденсации.

В мировой литературе до сих пор нет единого мнения о роли конденсации в формировании карстовых вод и морфологии карстовых форм; оспариваемая теория конденсации отсутствует; парадигмы, разработанные в начале XX в. [26] подвергаются сомнению [25, 41]; разные исследователи часто понимают под конденсацией разные процессы, происходящие в карстосфере (собственно конденсация, сорбция разных видов, молекулярная и капиллярная конденсация и пр.). Это и побудило авторов подготовить настоящую сводку, цель которой – привлечь внимание специалистов разных стран к проблеме конденсации. Для этого необходима не только разработка новой парадигмы, но и проведение комплекса экспедиционных и стационарных работ, в которых должны участвовать представители разных научных направлений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бельтюков Г. В. О формировании карстовых форм за счет конденсационных вод // Пробл. комп. изуч. карста горных стран. Тбилиси-Цхалтубо, 1989.
2. Боровский Б. В., Хордикайнен М. А., Язвин Л. С. Разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений подземных вод в трещинно-карстовых пластах. М.: Недра, 1976.
3. Вахрушев Б. А. Использование подземных конденсационных вод Крыма в античное и средневековое время и современность // Движение к ноосфере, теоретические и региональные проблемы. Симферополь, 1993.
4. Ведерников В. В., Ларина Л. А. Расчет водного режима застроенных территорий // Расчет водного режима застроенных территорий. М.: Стройиздат, 1985.
5. Гвоздецкий Н. А. Карст. М.: Географгиз, 1954.
6. Гергедава Б. А. Роль конденсационной и инфильтрационной воды в происхождении карстовых пещер // Изв. Всес. геогр. об-ва, 1970. Т. 102. Вып. 2.
7. Глухов И. Г. Роль конденсации в балансе карстовых вод горных сооружений (на примере Крыма) // Изв. ВУЗов, сер. геол. 1963. № 3.
8. Голд В. М. Математическая модель аэрогидродинамических процессов в зоне аэрации // Аккумуляция зимнего холода. Пермь, 1981.
9. Дублянская Г. Н., Дублянский В. Н. Роль конденсации в развитии горного карста // Пробл. комп. изуч. карста горных стран. Тбилиси-Цхалтубо, 1989.
10. Дублянский В. Н. Методика расчета конденсации влаги в трещинно-карстовых коллекторах // Бюл. НТИ, сер. Гидрогеол. и инж. геол. 1969. № 6.
11. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. Л.: Наука, 1977.
12. Дублянский В. Н., Дорофеев Е. П., Бородаева Л. А. Гидрохимия Кунгурской ледяной пещеры // Деп. в УкрНИИНТИ, № 603 Ук. 84. Симферополь, 1984.
13. Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Путешествия под землей. М.: ФиС, 1989.
14. Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З. Гидрогеология карста Альпийской складчатой зоны юга СССР. М.: Наука, 1984.
15. Дублянский В. Н., Клименко В. И., Вахрушев Б. А., Илюхин В. В. Карст и подземные воды горных массивов Западного Кавказа. Л.: Наука, 1985.
16. Дублянский В. Н., Соцкова Л. М., Фербей Г. Г. Микроклимат карстовых полостей Горного Крыма // Деп. в УкрНИИНТИ, № 2495 Ук. 89. Симферополь, 1989.
17. Дублянский Ю. В. Теоретическое моделирование динамики образования гидротермокарстовых полостей // Методы изучения и моделирования геологических явлений. Новосибирск. 1992.
18. Еременко Ю. П., Колпашников Г. А. О методике расчета конденсационного стока из солеотвалов калийных рудников // Режим, баланс и ресурсы подземных вод. Минск, 1974.
19. Зибольд Ф. Роль подземной росы в водоснабжении г. Феодосии // Почвоведение. 1904. № 4.
20. Кинзикева А. Р. Геодинамика и карстовый процесс // Инженерная геология карста. Доклады международного симпозиума. Пермь: Изд-во ПГУ, 1993. Т. 2.
21. Климочкин В. В. Необходимость учета процессов конденсации при определении баланса подземных вод // Влагооборот в природе и его роль в формировании ресурсов пресных вод. М.: Стройиздат, 1973.
22. Климчук А. Б., Наседкин В. М., Каннингем К. И. Пещерные вторичные образования аэрозольного генезиса // Свет. 1993. № 3(9).
23. Конденсация водяных паров в почвогрунтах и приземном слое. Библиографический указатель за 1877-1987 гг. / Сост. Ф. В. Шестаков. Алма-Ата: Наука, 1989.

24. К о р о т к е в и ч Г. В. Соляной карст. Л.: Недра, 1970.
25. К у л ь д ж а е в Н. К. О конденсационной теории происхождения подземных вод А. Ф. Лебедева // Изв. Тадж. ССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. 1989. № 1.
26. Л е б е д е в А. Ф. Почвенные и грунтовые воды. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1936.
27. Л у к и н В. С. Количественное выражение процессов испарения воды и кон-денсации водяных паров в гипсоангидритовых массивах Уфимского плато // Землеведение, 1969. Нов. сер. Т. 8 (48).
28. М а к с и м о в и ч Г. А. Основы карстования. Пермь, 1963. Т. 1.
29. М а л к о в В. Н., Ф р а н ц Н. А. К вопросу о зимней конденсации // Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. Пермь, 1981.
30. М о р о з о в А. Т. О методах изучения и измерения передвигающейся паробразной влаги в почвогрунтах // Тр. Ин-та гидрологии и мелиорации. 1938. Т. XXII.
31. Н е м е р ю к Г. Е., П а л ь ц е в В. П. К методике изучения ионного состава паров, конденсирующихся из воздуха // Материалы XXIII гидрохим. совещ. Новочеркасск, 1969.
32. О б о л е н с к и й В. Н. Курс метеорологии. М.; Свердловск, 1944.
33. Основы гидрогеологии. Общая гидрогеология. Новосибирск: Наука, 1980.
34. П а щ е н к о С. Э., А н д р е й ч у к В. Н., Д у б л я н с к и й Ю. В. Аэрозоли в Кунгурской ледяной пещере // Пещеры. Итоги исследований. Пермь, 1993.
35. П р о к о ф ь е в С. С. Роль конденсационной влаги в образовании карстовых пещер: Пещеры. 1964. Вып. 4(5).
36. П р о т а с о в В. А. Конденсационные воды Горного Крыма и их роль в подземном стоке // Тр. III Гидрол. съезда. Л., 1959. Т. IX.
37. Р е й н ю к И. Т. Конденсация как один из источников питания подземных вод в области многолетнемерзлых пород // Материалы по общему мерзлотоведению. М.: Изд-во АН СССР, 1959.
38. Р я з а н о в а Е. А. Классификация факторов и источников подтопления // Вопросы инженерно-геологических исследований на застраиваемых территориях. М.: Стройиздат, 1987.
39. С л а в я н о в В. Н. О естественных конденсаторах горных склонов и о возможности применения конденсаторов для малобитного водоснабжения // Вопросы изучения подземных вод и инженерно-геологических процессов. М.: Изд-во АН СССР, 1955.
40. Словарь по гидрогеологии и инженерной геологии / Ред. А. А. Маккавеев. М.: Недра, 1971.
41. Т к а ч е н к о К. Д. Значение конденсационной влаги и росы в водном балансе зоны аэрации // Геол. журн. 1978. Т. 38. № 3.
42. Т у г а р и н о в В. В. Некоторые результаты изучения процессов конденсации водяных паров из воздуха // Вопросы изучения подземных вод и инженерно-геологических процессов. М.: Изд-во АН СССР, 1955.
43. У с т и н о в а Т. И. Условия конденсации атмосферной влаги в пещерах восточной части Горного Крыма // Тез. Докл. на научном совещании по изучению карста. М., 1956. Вып. 8.
44. Ф и р с о в Л. В. Исары. Новосибирск: Наука, 1990.
45. Х р о м о в С. П., М а м о н т о в а Л. И. Метеорологический словарь. Л.: Гидро-метеозидат, 1963.
46. Ц и к а р и ш в и л и К. Д. Климатические особенности карстовых полостей Грузии // Европейска регионална конфер. по спелеология. София, 1981. Т. II.
47. A n d r i e u x C. Evapo-condensation souterraine // Ann. Speleol. 1970. Vol. 25.
48. B a d i n o G. Fisica del clima sotterraneo // Mem. dell'Instituto Inaliano di Speleologia, 1995. Vol. 7.
49. B e r n a s c o n i R. La condensation interne du karst profond // Cavernes, 1966. Vol. 10.
50. C i g n a A, F o r t i P. The speleogenetic role of air flow caused by convection // Int. J. Speleol. 1986, Vol. 15.

51. Dubljanski V. N., Sockova L. M. Microclimate of karst cavities of the Mountain Crimea // Proc. of the 7 Intern. Speleol. Congr., 1977.
52. Eraso A. La corrosion climatica en las cavernas // Bol. Geol. y minero, 1969, Vol. 80.
53. Finnie J., Curl R. On the functioning of a familiar nonlinear thermodynamic oscillator // Proc. Intern. Symp. of nonlinear oscillation. M.: Изд-во АН СССР, 1963. Т. 3.
54. Ford D., Williams P. Karst geomorfology and hydrology. London: Unwin Hyman, 1989.
55. Ginet R. Etude de la condensation atmospherique saisonniere dans la grotte de Hautcourt // Pr. Acad. Sci., 1977. Vol. 18.
56. Hann J. Uber eine neue Quellentheorie auf meteorologischer Basis // Z. Osterreichischen Gez. fur Meteorol. 1880. Vol. 15.
57. Hill K., Forti P. Cave minerals of the world. Hantswille, 1997.
58. Jenko F. Hydrogeologija in vodno gospodarstvo Krasa. Ljubljana, 1959.
59. Mais K. Vorlaufige Beobachtungen uber Kondenswasserkorrosion in Schlenkendurchgangshohle // Proc. of the 6 Int. Congr. of Speleol. Praha, 1973. Vol. III.
60. Martel E. A. Les Abimes. Paris, 1984.
61. Mavlyudov B. Snow and ice formation in caves and ther regime // Proc. X Intern. Congr. of Spel. Budapest, 1989. Vol. 1.
62. Molerio L. L. Hidrogeologia de la cueva La Marian // Volun. Hidraul., 1981. Vol. 18.
63. Moore G. W., Sullivan G. N. Speleology. Teaneck: Sephyrus Press, 1978.
64. Mucke D., Volker R. Kondenswasserkorrosion // Janrb. des Hohlenforschers, 1978.
65. Mucke D., Volker R., Wadewits S. Cupola formation occasionalle in undated cave roofs // Proc. Europ. Reg. Conf. on speleology. Sofia, 1983. V. 2.
66. Muller P. A melegforras-barlangok es gombfulkek Lebetheziserol // Karszt es Barlang. 1974. Vol. 1.
67. Pasguini G. Agressive condensation // Intern. Congr. of Speleol. 1973. Vol. 8.
68. Racovitca G., Viemann J. Sur le role de la condensation souterraine dans la genese des stalagmites de glace // Trav. Inst. speol. E. Racovitza, 1984.
69. Speleogenesis. Evolution of karst Aquifers / A. Klimchouk, D. Ford, A. Palmer, W. Dreybrodt. Huntsvill, 2000.
70. Szunyogh G. A kondenzviz-korrozios gombfulke-kpzodes elemletenek pontositasa a folyadekfilm szivargast torvenyszerusegeinek figyelembevettelevel // Karszt es Barlang, 1988. №1.
71. Trombe F. Traite de speleologie. Paris, 1952.

И. А. Лавров¹, А. А. Чугаева²

¹Кунгурская лаборатория-стационар
Горного института УрО РАН

²Научно-производственный центр "Карст", г. Дзержинск

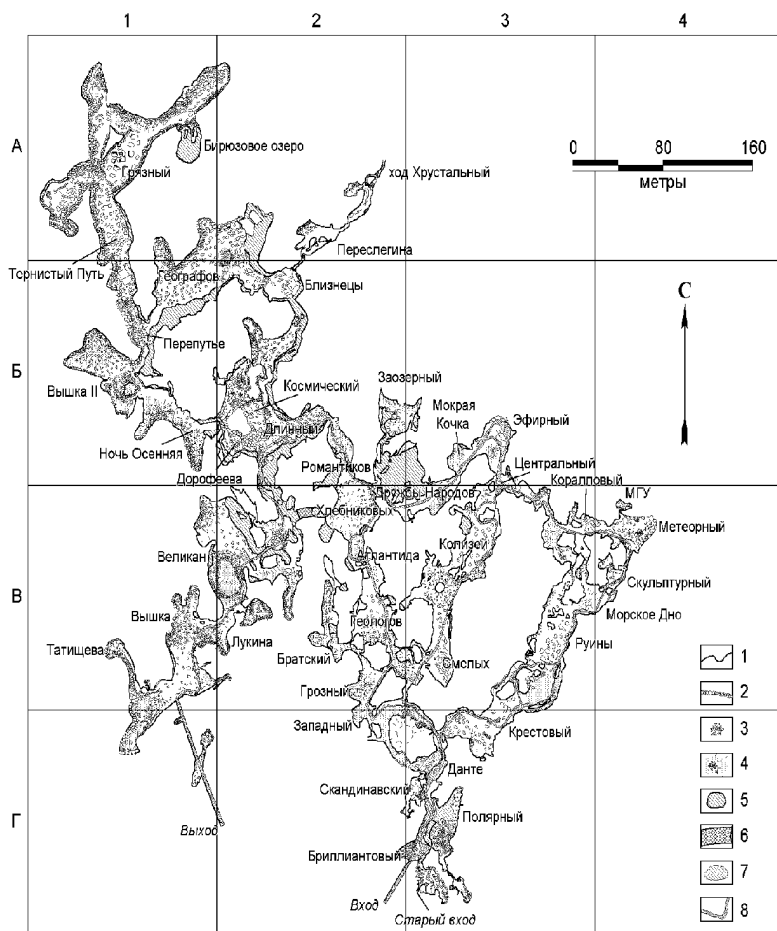
ЭЛЕКТРОННЫЙ ПЛАН КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ

I. A. Lavrov, A. A. Chugaeva
ELECTRONIC PLAN OF THE KUNGUR ICE CAVE

The new electronic plan of the Kungur Ice Cave which made on the basis of processing and generalization of field materials of E.P. Dorofeev is submitted.

В 1964 г. Е. П. Дорофеевым был составлен детальный план Кунгурской Ледяной пещеры, основой которого послужила инструментальная съемка масштаба 1:500 [1]. В 1999 г., в связи с подготовкой Банка данных по пещере, было принято решение о переводе этого плана в электронный вид. Исходным материалом для составления электронного плана явился черновой план пещеры масштаба 1 : 500 из научного архива Е. П. Дорофеева, вычерченный на миллиметровке, а также журнал координат точек съемки. Черновой план был отсканирован и оцифрован в программе MapInfo 5.0. Электронный план Кунгурской Ледяной пещеры включает следующие слои: контуры пещерных ходов, зияющие и заполненные органические трубы, озера, отложения (обломки коренных пород; осыпи; накопления глины; покровный лед; ледяные сталактиты, сталагмиты и сталагматы), съемочные точки теодолитных и буссольных ходов, посты режимных наблюдений, направления движения воздушных потоков в летнее и зимнее время, экскурсионную тропу, названия гротов. Кроме того, созданы слои плана поверхности: подножие и бровка склона Ледяной горы, обнажения коренных пород, берег реки Сылвы, карстовые воронки над пещерой. Макет электронного плана пещеры, на котором показаны только основные слои, приведен на рисунке. Разграфка на плане произвольная и составлена для удобства представления полного плана пещеры (со всеми слоями, в масштабе 1:1000) в распечатанном виде.

При составлении плана учтены изменения, произошедшие с момента съемки пещеры Е. П. Дорофеевым. На плане впервые показаны новый тоннель и экскурсионная тропа от гр. Дружбы Народов до выхода из пещеры, гроты Братский и 50 лет Советской власти, измененные названия гротов (Лукина, Дорофеева, Татищева).



Макет электронного плана Кунгурской Ледяной пещеры со схемой полистной разграфки: 1 – коренные стены; 2 – стены, сложенные разрушенной породой; осыпи: 3 – глыбово-щепнистые; 4 – глыбово-щепнисто-глинистые; 5 – озера; 6 – сифон; 7 – покровный лед; 8 – экскурсионная тропа

Полученный электронный план позволил уточнить морфометрические показатели пещеры и ее отдельных объектов. Так, суммарная площадь изученных полостей пещеры в настоящее время составляет 65 тыс. м² (ранее 52 тыс. м²). Уточнены площади озер (таблица) и некоторые другие параметры.

Некоторые элементы электронного плана даны на момент съемки (например, оледенение пещеры, озера в гроте Длинном) и в настоящее время нуждаются в уточнении.

Электронный план является основой для накопления и систематизации данных научных наблюдений в Кунгурской пещере.

Площади крупнейших озер Кунгурской Ледяной пещеры

Озера	Площадь, м ²
Большое Подземное	1460
В гроте Географов (южное)	910
В гроте Длинный (восточное)	790
В гроте Географов (северное)	670
В гроте Великан (северное)	630
Между гротами Длинный и Близнецы	610
Бирюзовое	420
В гроте Романтиков	280
В гроте Грязном	190
В гроте Дорофеева	170
В гроте Аквалангистов (южное)	130
В гроте Ночь Осенняя	130
В гроте Колизей (северное)	100
Всего – 14	6490

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорофеев Е. П. Новый план Кунгурской ледяной пещеры // Пещеры / Перм. ун-т. Вып. 5 (6). Пермь, 1965.

И. А. Лавров

Кунгурская лаборатория-стационар

ОСОБЕННОСТИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ СПЕЛЕОГЕНЕЗА В КОСЬВИНСКОЙ СИНКЛИНАЛИ

I. A. Lavrov

FEATURES AND LAWS OF THE SPELEOGENESIS IN KOSVA-SYNKLINE

Косьвинская синклиналь расположена в окрестностях г. Губахи Пермской области, в Западно-Уральской внешней зоне складчатости и относится к Кизеловскому карстовому району [1]. Ядро синклинали сложено карбонатными породами ассельского и сакмарского ярусов нижней перми, на крыльях на поверхность выходят терригенные и карбонатные породы нижнего карбона (рис. 1). Преимущественное развитие карбонатных пород в синклинали,

суммарная мощность которых достигает 1,5 км, обуславливает широкое распространение карстовых явлений.

В известняках Косьвинской синклинали выявлено 92 карстовые пещеры суммарной протяженностью 15,5 км (табл.). 80% пещер развиты в известняках визейского и серпуховского ярусов нижнего карбона. Суммарная их длина 14,8 км (95% общей протяженности всех пещер синклинали). В других стратиграфических подразделениях пещеры имеют значительно меньшее распространение, причем подземная закарстованность уменьшается вверх по разрезу.

Повышенная закарстованность известняков визейского и серпуховского ярусов подтверждается данными бурения большого числа разведочных скважин. На закарстованность известняков оказывают существенное влияние их контакт с терригенными породами нижневизейского подъяруса (угленосная толща), подстилающими известняки и слагающими возвышенности, расположенные по периметру синклинали. С них стекают многочисленные ручьи, поглощающиеся в полосе известняков карстовыми воронками. Слившиеся цепи воронок образовали протяженные суходолы, отводящие поверхностный сток в глубь карбонатного массива. Вследствие повышенного содержания в породах пирита вода обогащается серной кислотой, что усиливает ее агрессивность по отношению к известнякам. В пределах самой визейско-серпуховской толщи известняков пещеры распределены неравномерно и тяготеют к верхней части разреза, к несогласному контакту известняков нижнего и среднего карбона. Повышенная закарстованность этой зоны объясняется существованием древней карстовой эпохи на рубеже серпуховского и башкирского веков, о чем свидетельствуют и крупные карстовые пустоты, обнаруженные бурением на больших глубинах (до 900 м ниже уровня местных дрен) [2]. Особенности развития пещер в визейско-серпуховской карбонатной толще можно проследить на примере пещер, расположенных в юго-восточной части синклинали (рис. 2). Сухой лог, впадающий в долину р. Усьвы, представляет собой суходол, сформировавшийся в известняках нижнего карбона. Тальвег лога усеян карстовыми воронками, поглощающими весь поверхностный сток. В одну из них поглощается протекающий в верховьях постоянный ручей длиной 1,5 км.

В правом склоне лога обнажаются известняки визейского и серпуховского ярусов, падающие под углами 25-30° на юго-запад. В них заложено шесть протяженных пещер. Пещеры образовались близ контакта известняков серпуховского и башкирского ярусов. Они представляют собой сложные разветвленные полости, состоящие из гротов высотой до 25 м и соединяющих их узких проходов. Наибольшую роль в образовании пещер сыграли трещины напластования, кососекущие и диагональные тектонические трещины. Уклон пещерных ходов уменьшается от входа в глубь массива, а глубина пещер – от верховья к устью лога.

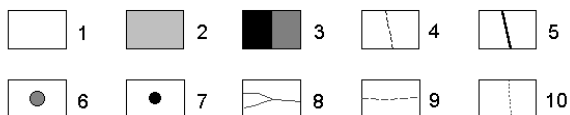
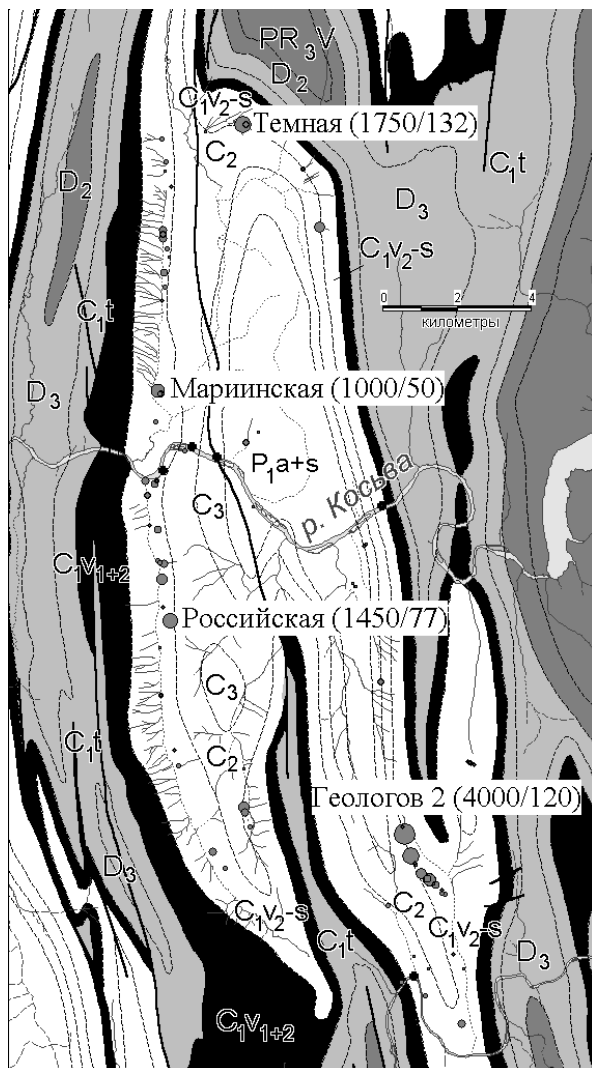


Рис. 1. Геологическое строение и карст Косьювинской синклинали.

Породы: 1 – карстующиеся, 2 – слабокарстующиеся, 3 – некарстующиеся; 4 – стратиграфические границы; 5 – тектонические нарушения; 6 – пещеры (длина, м / амплитуда, м); 7 – источники; водотоки: 8 – постоянные, 9 – временные; 10 – суходолы

Распределение пещер по стратиграфическим подразделениям и их показатели

Возраст пород	Площадь пород, км ²	Кол-во пещер	Протяженность, м		Плотность, шт./ км ²	Густота, км / км ²
			суммарная	средняя		
C _{1v2-s}	61	74	14759	200	1,21	0,242
C ₂	42	6	531	89	0,14	0,013
C ₃	20	6	85	14	0,30	0,004
P _{1as+s}	28	6	93	16	0,21	0,003
Всего	151	92	15468	168	0,61	0,103

Большую разветвленность пещер и наличие в них крупных гротов можно объяснить особо благоприятными условиями развития карста на рубеже серпуховского и башкирского веков. В четвертичный период в результате поглощения поверхностных водотоков известняковым массивом произошло омоложение¹.

За последние несколько десятков тысяч лет в результате постепенного углубления лога и отступления зоны активного поглощения поверхностных вод в его верховья большая часть пещер осушилась.

Глубоко заложенные субгоризонтальные галереи пещер зафиксировали уровни древних зон горизонтальной циркуляции подземных карстовых вод [3]. В настоящее время входы в пещеры находятся на 110-120 м выше уреза дренирующей массив р. Усьвы, а постоянный водоток на уровне современного карстового водоносного горизонта существует лишь в пещере Геологов 2. Об относительно быстрой эволюции подземного карста на протяжении последних десятков тысяч лет свидетельствует находки в некоторых пещерах многочисленных останков пещерного медведя, обитавшего на данной территории не позднее 15-20 тыс. лет назад. Очевидно, медведи погибали во время зимней спячки, в весенний паводок, когда таяние снегов вызывало наводнения в пещерах. В то время пещерные входы являлись активно действующими поглощающими поверхностный сток понорами, в настоящее же время входы имеют незначительный поверхностный водосбор, активного поглощения талых и дождевых вод в них не наблюдается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбунова К. А., Андрейчук В. Н., Костарев В. П., Максимович Г. А. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: Изд-во ПГУ, 1992.
2. Е ж о в Ю. А. Закарстованность карбонатных толщ Кизеловского каменно-угольного бассейна // Гидрогеологический сборник. Свердловск, 1962. № 2.
3. Р ы ж и к о в Д. Ф. Карстовые явления района Губахи // Зап. Урал. фил. Геогр. о-ва СССР. Свердловск. 1960. Вып. 1 (3).

¹ Автор не приводит убедительных доказательств омоложения карста района (прим. ред.)

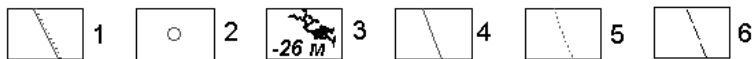
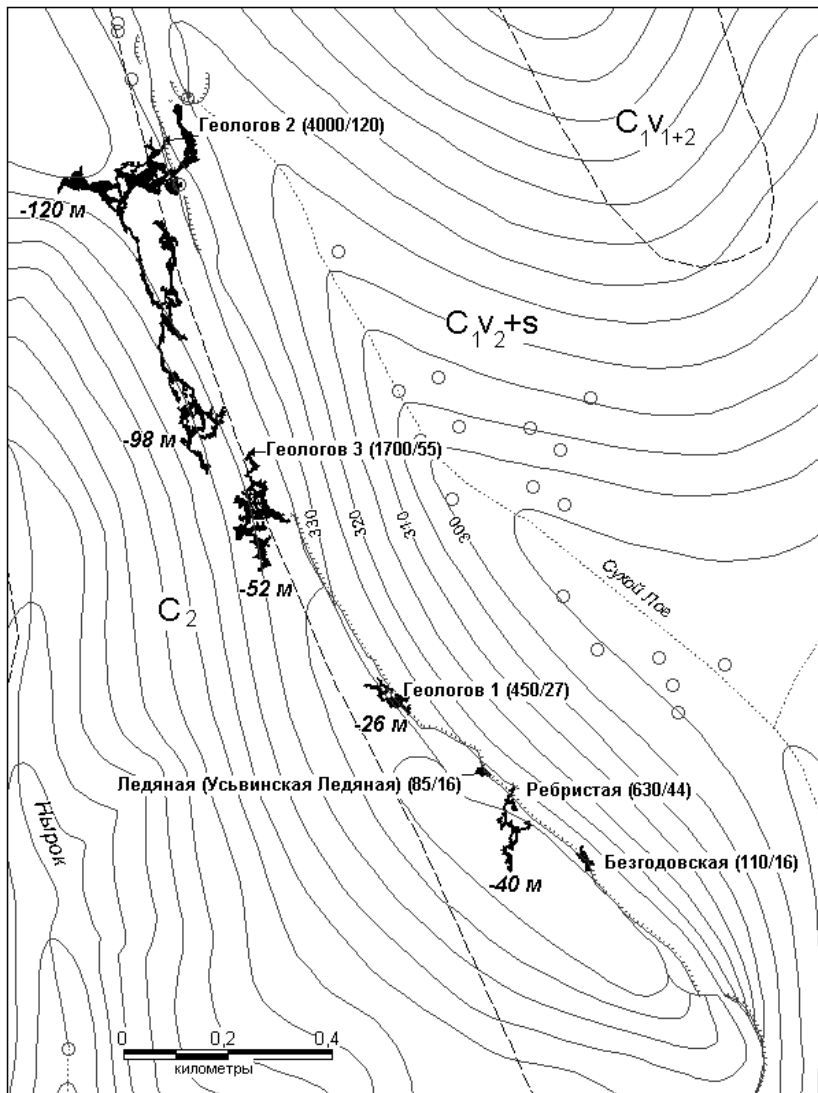


Рис. 2. Карст и пещеры Сухого лога.

1 – обнажения известняков, 2 – воронки, 3 – контуры пещер с указанием достигнутой глубины (протяженность, м / амплитуда, м), 4 – постоянные водотоки, 5 – суходолы, 6 – стратиграфические границы

В. В. Коршунов

МГУ им. М.В. Ломоносова

О ВЛИЯНИИ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ НА СПЕЛЕОГЕНЕЗ

V. V. Korshunov

ABOUT INFLUENCE OF EARTH ROTATION ON SPELEOGENESIS

According to law of Ber under influence of rotation the Earth rivers current in meridian direction, in Northern hemisphere wash away the right river cliff. The author believes, that it should find reflection and in formations river channel the large underground rivers

Согласно закону Бэра под влиянием вращения Земли реки, текущие в меридиональном направлении, в Северном полушарии подмывают правые берега рек. Действие закона Бэра проявляется в долинах крупных рек, почти не влияя на малые реки. Примерами могут служить долины Дуная, Днепра, Дона, Волги, Оби, Иртыша, Лены, имеющие в основном высокий правый и низкий левый берега. Размыв берегов часто затушёвывается общим уклоном местности, геологическим строением долины и другими факторами. Закон Бэра сильнее проявляется в средних и высоких широтах [1].

В силу постоянства условий и меньшего влияния сторонних факторов закон Бэра должен находить отражение и в формировании русел крупных подземных рек. В максимальной степени его проявления могут фиксироваться в равнинных субполярных регионах с близким к горизонтальному залеганием пород, на подземных водотоках, имеющих субмеридиональное направление течения, значительные расходы и высокие скорости движения вод. Этим условиям удовлетворяют некоторые подземные реки гипсовых пещер севера Восточно-Европейской равнины ².

Сульфатный карст севера Восточно-Европейской равнины приурочен к гипсам и ангидритам ассельского и сакмарского ярусов нижней перми. Карстующиеся породы развиты в виде субмеридиональной полосы, имеющей более 600 км в длину и до 60 км в ширину. Мощность карстующихся пород достигает 80 м [2]. Наиболее характерные подземные карстовые формы выявлены в Пинего-Северодвинской карстовой области (64-65° с. ш.), однако отдельные пещерные районы встречаются и значительно севернее [3].

Анализ поперечных сечений русел пещерных рек, имеющих разную ориентацию, показал, что русла подземных рек субширотного направления, как правило, имеют сплюснутые сечения, симметричные относительно иницирующей трещины. Реки субмеридионального направления, напротив, имеют четко выраженную асимметрию со смещением относительно иницирующей трещины, подмывом одной стенки тоннеля и формированием линейных зон глыбовых завалов у другой. Однако направление смещения не

© В. В. Коршунов, 2001

¹ Печатается в порядке дискуссии (прим. ред.)

всегда совпадает с законом Бэра и с подмывом берегов рек на поверхности (реки Кулой, Сотка).

В пещере Кумичевская известна крупная подземная река, почти на всем протяжении текущая вдоль правой (восточной) стенки пещеры. В то же время в пещере Пехоровской на двухкилометровом участке центрального хода подземная река, текущая с юга на север [4], подмывает левую (западную) стенку полости, часто глубоко в нее вдаваясь. Вдоль правой стенки нередко развиты мощные завалы. Пещера Ленинградская на центральном субмеридиональном участке имеет водоток, на расстоянии около 1 км также проходящий у левой (западной) стенки, а вдоль восточной располагаются крупные залы. Приуроченность русла к западной стенке наблюдается также в системе Географического Общества (Е-5, Е-7), в ряде участков пещер Победная и Медвежья Берлога.

При анализе описаний пещер бассейнов рек Сотки-Кулоя с направлением стока подземных рек с севера на юг [4] выявляется "прижатость" подземных рек к левой (восточной) стенке галереи (пещера Северный Сифон) или смещение современного русла относительно древних на восток (пещера Конституционная).

Причины неполного действия закона Бэра в карстовых полостях Северо-Двинской карстовой области, по мнению автора, следующие:

- низкая величина и сезонное проявление силы Кориолиса (подземные водотоки района имеют паводковый режим с наиболее мощным весенним снеговым и менее интенсивным осенним дождевым пиками расхода, в десятки раз превышающими меженный расход);

- смена деструкционных процессов, происходящих в пещере (в паводок "работает" преимущественно эрозионный механизм, зависящий от мощности потока, а в межень – коррозионный, определяемый составом вод и длительностью их воздействия);

- бронирование дна потока аллювиальными отложениями (в условиях почти строгой горизонтальности пола и потолка пещер района происходит "отжимание" аллювия в направлении действия силы Кориолиса).

Представляется интересным проанализировать степень выполнения закона Бэра в пещерах других карстовых районов страны.

Автор признателен В. Н. Малкову и Е. В. Шавриной за предоставленные материалы и помощь в организации экспедиций; он также благодарит В.Еремеева, А. Пырина и А. Семиколенных за помощь в проведении полевых исследований.

² Впервые гипотеза о влиянии вращения Земли на морфогенез пещер была сформулирована автором на основе анализа приписываемой В. Я. Демченко топоростёмки известняковой пещеры Понеретка, расположенной на Валдайской возвышенности (580 с. ш.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Большая Советская Энциклопедия. М.: СЭ, 1971. Т. 4.
2. Коврижных Е. В., Саенко И. И., Голод В. М. Гипсовый карст севера Русской равнины: вопросы эволюции и динамики развития // Европейская региональная конференция по спелеологии. София, 1983. Т. 2.
3. Малков В. Н., Шаврина Е. В. Голубинские пещеры на р. Пинеге // Социально-экономические проблемы Европейского Севера. Архангельск, 1991.
4. Пещеры Пинего-Северодвинской карстовой области. Л., 1974.

ИСКУССТВЕННЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ПРОСТРАНСТВА

ARTIFISIALS SUBTERRANEAN SPACE

Ю. А. Долотов, М. Ю. Сохин

Русское общество спелестологических исследований

ПРОБЛЕМЫ СПЕЛЕСТОЛОГИИ¹

J. A. Dolotov, M. J. Sohin

THE PROBLEMS OF SPELEOSTOLOGY

In article examines the problems connected with investigations of the artificial cavities of Russia

Изучением естественных пещер занимается наука спелеология; исследование же искусственных полостей ведут спелеологи. Профессиональные исследователи пещер предпочитают называть эту деятельность "спелеистикой", а любители – "спелестологией". Первое наименование предложено Г. М. Гаприндашвили в 1978 г. [5], второе же явно моложе. Происхождение термина не выяснено (предположительно он тоже из Грузии). Несмотря на неясность этимологии, он получил широкое распространение. Отношение к термину "спелестология" неоднозначно: от умеренно негативного [5] до ярко выпяженного позитивного [9].

Г. М. Гаприндашвили определил спелеистику как науку о заброшенных искусственных полостях, представляющих исторический интерес. Такой подход представляется односторонним (именно поэтому некоторые исследователи воспринимают спелеистику только как раздел археологии, касающийся раскопок в пещерах). Разделение объектов изучения на "интересные" и "неинтересные" с позиций одной науки некорректно: "неинтересные" в историческом отношении полости могут представлять геологический или биологический интерес, быть востребованными для хозяйственных нужд либо представлять угрозу для застройки. Интерес к фактам новейшей истории конъюнктуры: например, во времена СССР считался "неинтересным" недостроенный тоннель на острове Сахалин, но впоследствии отношение к нему резко изменилось.

Авторы определяют спелестологию как науку об искусственных пещерах и подземных архитектурных сооружениях, находящихся вне стадии их сооружения и эксплуатации по прямому назначению. Подземное архитектурное сооружение понимается как полость, созданная человеком с целью получения

свободного подземного объема для временного или постоянного пребывания в нем человека, в отличие от горной выработки, полость которой получена как побочный эффект при добыче полезных ископаемых. Пещера – полость в литосфере, доступная для посещения человеком, обладающая естественным статическим равновесием с геологической средой и протяженностью, превышающей наибольшее линейное измерение входного отверстия (пещера – принципиально динамичный объект, а ее статичность понимается как постоянство объекта в историческом времени). Искусственная пещера – пещера, образовавшаяся в результате деятельности человека. Подземные архитектурные сооружения имеют сплошную отделку и обладают искусственным равновесием с геологической средой. Искусственные пещеры и подземные архитектурные сооружения – два пересекающихся множества, т. е. существует класс объектов, являющихся одновременно и тем, и другим [4]. Украинские исследователи ввели понятие полупещеры – подземного архитектурного сооружения, образовавшегося в результате засыпки несущей конструкции грунтом, построенной на поверхности или в котловане. Обычно таким способом строились фортификационные сооружения (Крест в Киеве), подземные ходы в усадьбах (в с. Троицкое Калужской области) и коммуникации (частично Мытищенский водовод в Москве).

Спелестология как наука сформировалась в XX в.

Первый период становления спелестологии (1900-1930 гг.) связан с именем И. Я. Стеллецкого, который несомненно явился ее основоположником (хотя сам называл себя спелеологом). Это был яркий исследователь, историк, археолог, сочетавший уникальную эрудицию, необычайную интуицию и энергию исследователя. Работы Стеллецкого и его коллег из комиссии "Старая Москва" и Общества по исследованию памятников древности, изучавших подземную Москву, искусственные подземелья Украины, Кавказа, Северо-Западной Руси, имеют важнейшее значение для науки. Это был единственный ученый, допущенный в Кремль, где он производил раскопки подземных ходов в поисках "Библиотеки Ивана Грозного". Многочисленные научные противники обвиняли Стеллецкого в фантазировании, чему немало способствовала цензура, вычеркивавшая из его публикаций правдоподобные утверждения. Многие идеи Стеллецкого подтвердились уже после его смерти [15].

Расцвет деятельности Стеллецкого совпал со временем развития пролетарского туризма в 20-х гг. Его многочисленные публикации о подмосковных каменоломнях породили лозунг "Все в пещеры!", началась топографическая съемка искусственных выработок. В этих работах принимали активное участие ученики и последователи Стеллецкого, возникла первая школа советских спелестологов. В освоении подземного пространства участвовали студенты Московского геологоразведочного института. На Украине подземные сооружения активно изучали историки А. Л. Бертъе-Делагард, В. Б. Антонович, В. К. Гульдман, Е. Сецинский.

С середины 30-х гг. политическая ситуация стала чрезвычайно неблагоприятной для подземных исследований, а в 40-х гг. с болезнью и смертью Стеллецкого начался период застоя.

Второй период становления спелестологии (1940-1950-е гг.) характерен тем, что специальные исследования не проводилось. В июле 1941 гг. срочно созданной группой ученых были проведены работы по картированию пещер и каменоломен для использования их в военных целях (нашими войсками и партизанами), в частности в Одессе и в Крыму [10]. После войны имела место практика уничтожения бесхозных каменоломен. В этот период научные исследования искусственных подземелий производились специалистами довольно бессистемно в интересах разных наук: геологии (А. Е. Ферсман, Б. Н. Наследов, В. А. Обручев и др.), археологии и истории горного дела (О. Н. Бадер, С. С. Черников, М. Е. Массон, Б. А. Литвинский, В. Т. Сургай и др.), медицины, биологии и пр. Тем не менее и в это время существовали немногочисленные группы "диких" спелестологов. Одним из их руководителей являлся Б. Беклешов. После войны он организовал кружок школьников, занимавшихся изучением карстовых явлений в долине р. Пахры, топосъемкой каменоломен. Походы под землю переросли в деятельность научной экспедиции при СОПСе АН СССР.

Третий период в развитии спелестологии (1960-1990-е гг.). В эти годы появились специалисты, в рамках своих областей знания занимающиеся преимущественно искусственными подземными объектами. В 50-е гг. возобновила исследования искусственных пещер в рамках отдельного научного направления грузинская научная школа (Г. Гаприндашвили, К. Мелитаури, Н. Чубинашвили, Л. Мирианошвили, Т. Саникидзе, Н. Бахтадзе и др.). В археологии в этом отношении представляют интерес исследования древних рудников (Е. Н. Черных, М. А. Бубнов, Н. Н. Гурин, Я. И. Сунчугашев); в истории архитектуры – следует отметить В. И. Плужникова и В. М. Слукина, которые ввели понятие подземного архитектурного сооружения (терратектуры). Возникла сильная киевская научная школа спелеоархеологов (Е. А. Воронцова, М. М. Стрихарь, Т. А. Бобровский), известны крымские исследователи пещерных городов (Ю. М. Могаричев, А. Г. Герцен) и спелеархеологи Молдавии (Г. Постикэ, Е. Бызгу). В Москве действует коммерческое предприятие "Фром", специализирующееся на изучении (в частности, геофизическими методами) заброшенных подземных объектов.

С начала 60-х гг. стали возникать самодеятельные группы, занимавшиеся изучением искусственных подземелий на фоне массового неорганизованного посещения пригородных каменоломен. Первой из них была московская Группа краеведов-спелеологов (ГКС). Ее создатель и бессменный руководитель, журналист и популяризатор науки И. Ю. Прокофьев, избрал для себя историческую направленность в изучении подземных полостей. За 30 лет в ГКС были воспитано несколько поколений спелестологов.

С 60-х гг. огромную работу по изучению одесских катакомб, керченских каменоломен и других объектов проводит клуб "Поиск" (Одесса).

В 70-80-е гг. исследования пещерных городов в Приаралье вели экспедиции под руководством И. В. Черныша (ныне живет в Московской области). Из менее известных московских групп можно упомянуть "Парабеллум" (70-80-е гг.) и "Летучую Мышь" (с 70-х гг.), занимавшиеся, в основном, вскрытием

каменоломен в Подмоскowie, а также "Каменный Цветок" (конец 70-х – начало 80-х гг., руководитель А. В. Вятчин), основной деятельностью которого была топосъемка каменоломен (группой отснято около 50 км ходов в наиболее крупных полостях Московской и Тверской областей). В других городах спелестологические исследования вели ЛСП (Санкт-Петербург, 80-90-е гг.) и ВСС (Воронеж, 60-80-е гг.). Следует упомянуть также об одиночных исследователях, не входивших ни в какие организации, но тем не менее внесших огромный вклад в спелестологию. Например, А. А. Парфенов, маркшейдер по профессии, с 1981 г. занимается топосъемкой искусственных полостей; им лично отснято более 45 км каменоломен. Однако механизма хранения информации, координации и обмена опытом среди спелестологов в это время фактически не было.

С середины 1990-х гг. в среде спелестологов-любителей проявился интерес к консолидации. Образовалась московская организация РОСС, проведшая в 1997 г. Первую Всероссийскую (фактически международную) спелестологическую конференцию в г. Старице. К сожалению, в дальнейшем РОСС практически прекратил свою деятельность. На конференции представители регионов проявили желание объединиться и впоследствии было учреждено Русское общество спелестологических исследований (РОСИ). Стали проводиться межрегиональные поисковые экспедиции. Это напоминает ситуацию конца 50-х гг. в спелеологии, когда возникновение массового интереса к карстовым пещерам и практики их посещения привело к взрывному развитию спелеологии как науки. Если эта тенденция сохранится, то можно будет считать, что мы вступили в четвертый этап развития спелестологии, связанный с преодолением раздробленности в среде спелестологов, налаживанием взаимодействия со специалистами-профессионалами и зарубежными организациями аналогичной направленности, выработкой специфических методик изучения искусственных пещер и подземных архитектурных сооружениях, созданием общего информационного пространства. Значительные надежды в достижении этих целей возлагаются на новые информационные технологии.

Несмотря на довольно продолжительную историю, спелестология как наука находится в стадии накопления фактических данных. Многие регионы до сих пор не обследованы даже поверхностно. Задачи, требующие специфических методик, все еще не сформированы. Исследование искусственных подземелий обеспечивается комплексом методик Илюхина-Дублянского [6], разработанным для аналогичного этапа развития спелеологии. Основные особенности спелестологических методик лежат в сфере поисков объектов исследований. Весьма велико значение исторических и архивных поисков [11]. Поисковые признаки искусственных полостей (формы рельефа, свидетельствующие о наличии полости) совершенно отличны от признаков естественных полостей. Проникновение в полость и ее прохождение чаще связаны с раскопками; методика поисков продолжений также иная. Большое значение имеет установление технологического процесса разработки, что в ряде случаев

позволяет датировать объект и моделировать его конфигурацию, повышая вероятность успеха при поиске продолжений [2].

Наиболее актуальными задачами спелестологии на данном этапе представляются следующие: поиск и сбор архивных и исторических материалов о расположении объектов исследований; разработка методик поиска, вскрытия и исследования объектов; накопление данных (в результате экспедиционной деятельности) об искусственных полостях; создание системы хранения и распространения спелестологической информации; разработка спелестологического районирования.

Последняя задача обусловлена необходимостью типизации и классификации искусственных полостей, а также выявлением закономерностей их распространения. Авторами разработана схема спелестологического районирования территории СНГ и стран Балтии, основанная на шестиуровневой иерархической классификации искусственных пещер, пригодная для использования и на других территориях [4]. Для России наиболее типичны каменоломни, рудничные выработки, культовые подземелья (пещерные храмы и монастыри) и фортификационные подземелья (тайники, мины, слухи и т. п.). Оригинальным российским типом объектов являются усадебные подземные ходы.

Большая часть территории Российской Федерации относится к Восточно-Славянской спелестологической стране, в пределах которой располагаются 10 спелестологических провинций (СП); 2 провинции РФ находятся в пределах Переднеазиатской и Западноевропейской спелестологических стран.

Приведем краткую характеристику территории России по расположенным в ее пределах спелестологическим провинциям. Их крупнейшие искусственные пещеры охарактеризованы в таблице.

1. Среднерусская СП занимает центральные области России. Здесь была широко развита подземная добыча белого камня (известняка), которая велась на протяжении многих веков по берегам рек Оки, Волги, Москвы, Осетра, Пахры и других; начало разработок относится к XIV в. Наиболее крупными из известных каменоломен являются Бяковская на р. Осетр, отличающаяся исключительной протяженностью, и Сьяновская на р. Пахра. Последняя, также как каменоломни Девятковская и Курья-Тавровая (рис. 1), отличается большим углублением штолен в массив. Большой интерес представляют каменоломни Старицкого района Тверской области, протянувшиеся по обеим берегам Волги на 60 километров.

Значительных рудных разработок в этом регионе не производилось. Дудками добывали железную руду, предпринимались попытки добычи фосфоритов подземным способом. Повидимому, полостей после этих рудников не сохранились. Многочисленны старые угольные шахты Подмосковского бассейна, но их исследование проблематично. Известна также подземная добыча песчаника и глин.

Культовых подземелий известно немного, и, как правило, они являются частью монастырского комплекса. Наиболее известны Араповские пещеры в Тульской области, пещера Берлюка в Черниговской области; уникальная



Рис. 1. Пещера Курья, Московская область.

Район Лукоморье. Штрек у ПК140 (Фото М. Ю. Сохина)

подземная тюрьма XVII в. находится при Пощуповском Иоанно-Богословском Монастыре.

Многочисленны сообщения о фортификационных подземных ходах, бывших штатной принадлежностью укрепленных городов и монастырей Руси. К сожалению, они находились в активной городской среде и практически все уничтожены в ходе реконструкции укреплений, либо при последующей перестройке городов. Известны усадебные подземные ходы, например, изучавшийся И. Ю. Прокофьевым ход в Вороново Московской области.

Несмотря на достаточно длительную историю исследований, изученность этой провинции довольно слабая. Так, по нашим оценкам, известно менее 10% от общего числа подземных каменоломен. Актуальность изучения

Длинейшие искусственные пещеры России (на 1.12.2000 г.)

Область	Название	Длина, м	Год
Тульская	Бяковская (Гурьевская-1)	150000*	2000
Ставропольский край	Бештау	150000**	2000
Самарская	Сокская-1	42000	1998
Московская	Сьяновская	27000	1992
Карачаево-Черкессия	Эльбрус центральный (Слепая)	16630	1995
Тверская	Черепковская-1 (Дохлобарсучья)	14315	1982
Карачаево-Черкессия	Эльбрус Каку-Даут	13115	1995
Московская	Девятовская (Силикатная-1)	12000	2000
Московская	Большая Никитская (Никиты; Мартяновская)	12000*	1982
Самарская	Ширьевская-1 (Поповская Гора)	11569	1999
Самарская	Верблюды	11500	1998
Московская	Камкинская (Кисели)	9500	1980
Тульская	Зашкольная	9000*	1975
Ленинградская	Таничкина	5500	1970
Ленинградская	Жемчужная	5500	1983
Тверская	Верхнесельцовская-1 (Сельцовская)	5000	1981
Кировская	Жерновогорская	5000*	1894
Московская	Дугинская-1 (Лесные Штреки)	5000	1996
Московская	Курья - Тавровая (Володарская-3)	5000*	2000

* полной топосъемки нет, ** полость частично обрушена

последних возрастает также в связи с усилившейся в последнее время застройкой участков над ними. Так, г. Подольск стоит над многокилометровыми выработками каменоломен, и проблемы в связи с этим уже возникали.

2. Северорусская СпП. Регион является одним из центров подземного строительства на Руси. В X-XV вв. здесь строились хорошо укрепленные каменные крепости с развитой сетью секретных подземных фортификационных сооружений; они известны во многих старинных городах [13].

С XV в. известны культовые пещерные сооружения Псково-Печерского монастыря. Есть монастырские пещеры и в Ленинградской, Новгородской, Вологодской, Архангельской областях. Мощным толчком для развития терратектуры было основание Санкт-Петербурга. Группой ЛСП исследованы военные подземные ходы в Шуваловском парке (Санкт-Петербург), усадебные – в г. Всеволожске, культовые – на р. Оредеж, Демидовские подземелья в

п. Никольское [8, 9]. В XVIII в. был построен Таицкий водовод с длиной подземной части около 6,5 км [17]. К северу от Санкт-Петербурга, вплоть до Кольского полуострова, имеются военные подземелья, высеченные в граните: от крепостного хода Иогана де-Порте (XVI в.) в г. Выборге до подземных сооружений линии Маннергейма и прифронтовых бункеров времен второй мировой войны. В XIX в. южнее и восточнее Санкт-Петербурга в больших каменоломнях разрабатывались песчаник и известняк [8, 9]. В районе г. Сланцы есть частично отработанные шахты по добыче горючего сланца; в Карелии и на Кольском полуострове – большое количество заброшенных рудников, известнейший из которых – Воицкий (XVIII в.). В целом провинция изучена слабо.

3. Верхнеповолжская СпП. Подземное строительство в крепостях этого региона производилось в основном под влиянием псковско-новгородской традиции подземного зодчества. Согласно документам XVI в. в них существовали фортификационные подземелья; некоторые из них были впоследствии найдены. В XVI в. Иван Грозный взял Казань, взорвав подземный тайник-водозабор с частью стены [13]. Широко практиковалось сооружение монастырей с пещерами. Только в районе Нижнего Новгорода таких монастырей было несколько. Известны монастырские пещеры в г. Сарове. Большое развитие получила добыча камня в подземных каменоломнях. Крупные каменоломни известняка, песчаника и мергеля разрабатывались с XVII в. на р. Вятке. Вероятно, в то же время началась выработка жерновов в Нолькинских каменоломнях в Марий Эл, происходившая архаическим огненным способом [1]. В XIX-XX вв. промышленно добывался подземным способом гипс. В Нижегородской области дудками добывались железные руды. Провинция мало изучена.

4. Нижнеповолжская СпП. Подземные сооружения на этой территории строились под влиянием московской традиции. В центре г. Пензы открыта сложная система подземных ходов. Известны подземные сооружения и в других городах. В Самаре имеются бункеры, построенные в годы второй мировой войны; исключительное развитие в городе получили техногенно-карстовые полости [12]. В провинции широко развиты культовые пещеры, заложенные преимущественно в глинистых грунтах. Наиболее крупной из них является Троицко-Сканов Монастырь в Пензенской области, имеющий три этажа, достигающих 670 м длины. Частично подземные храмы относились к официальной Русской Церкви, но множество их принадлежало староверам, скрывавшимся под землей от притеснений. Наиболее крупный староверческий центр существовал с XVII в. и размещался в пещерах и шахтах в верховьях рек Большой и Малый Иргиз (Саратовская область). В Самарской области изучены уникальные серные рудники XVIII в. С XIX в. под Самарой начинается подземная добыча известняка, в результате которой по обеим берегам Волги образовались большие системы штолен. С XIX в. в штольнях проводилась широкомасштабная добыча горючих сланцев и битумов [12]. Провинция в отдельных областях изучена средне, а в некоторых совершенно не исследовалась.

5. Уральская СпП. Провинция исключительно насыщена разнообразнейшими горными выработками. Подземная добыча рудных полезных ископаемых в широких масштабах началась уже за тысячи лет до н. э. Каргалинские рудники в IV-II тыс. до н. э. являлись крупнейшим центром добычи меди в Евразии; вторично они разрабатывались в XVIII-XX вв. [18]. Наибольшее развитие горные работы на Урале получили с XVIII в. Выработки старых рудников находятся ныне в плохом состоянии, а во многих местах уничтожены последующими карьерными разработками. Сейчас входы в старые горные выработки систематически уничтожаются под предлогом того, что их посещение опасно. В итоге приходится приостанавливать городское строительство (Пермь, Березовский), чтобы заново изучить системы заброшенных выработок. Подземных каменоломен на Урале известно немного. С XVIII в. шахтами добывались глины и каменная соль.

С XVII в. здесь строятся остроги с подземными ходами-тайниками. Пыскорский монастырь (Пермская область) имел подземные сооружения катакомбного типа. В XVIII в. на Урале возникли заводы-крепости, для которых характерны развитые системы подземных ходов. Известна Соликамская подземная система ходов, имевшая первоначально оборонительное назначение, а позднее – функции скрытой сети сообщения (рис. 2).

Многое легенд связано с Невьянской подземной системой, существование которой подтверждено геофизическими исследованиями (рис. 3). Подобные системы имеются и в других городах [14]. Провинция изучена недостаточно. В 60-е гг. активно изучались пермские медные рудники. В последнее время одесскими исследователями проводятся разведки на Каргалинских рудниках.

6. Алтайская СпП. Как и Урал, это область древнейшего развития горного дела. В II-I тыс. до н. э. подземная добыча меди, золота и олова шла практически на всех месторождениях. В XVIII в. начат второй этап добычи полезных ископаемых; при этом были уничтожены многие древние "чудские" выработки. Заброшенные и полуразрушенные подземные рудники XVIII-XIX вв. в свою очередь срываются современными карьерами. Известны подземные каменоломни известняка, иногда разрабатывавшиеся на основе карстовых полостей (пещера Известняковая). Провинция практически не исследована.

7. Сибирская СпП. Есть сведения о находках подземных ходов острогов в Тобольске, Томске и Енисейске [13, 14]. Хакассия, Тува и Забайкалье – центры древнего рудного промысла. Изучены древние (II-I тыс. до н. э.) выработки на медь, железо и олово. В Забайкалье с XVIII в. подземным способом разрабатываются группы Нерчинских, Шилкинских, Ононских рудников [7, 16]. Провинция изучена слабо.

8. Дальневосточная СпП. Подземные ходы имелись в Албазинской и Чныррахской крепостях на Амуре. Известны многочисленные заброшенные военные подземелья: японские на Курилах, советской постройки (30-х гг.) – на Камчатке (Петропавловск). Значительная часть подземных фортов и других сооружений Владивостокской крепости оставлена войсками и

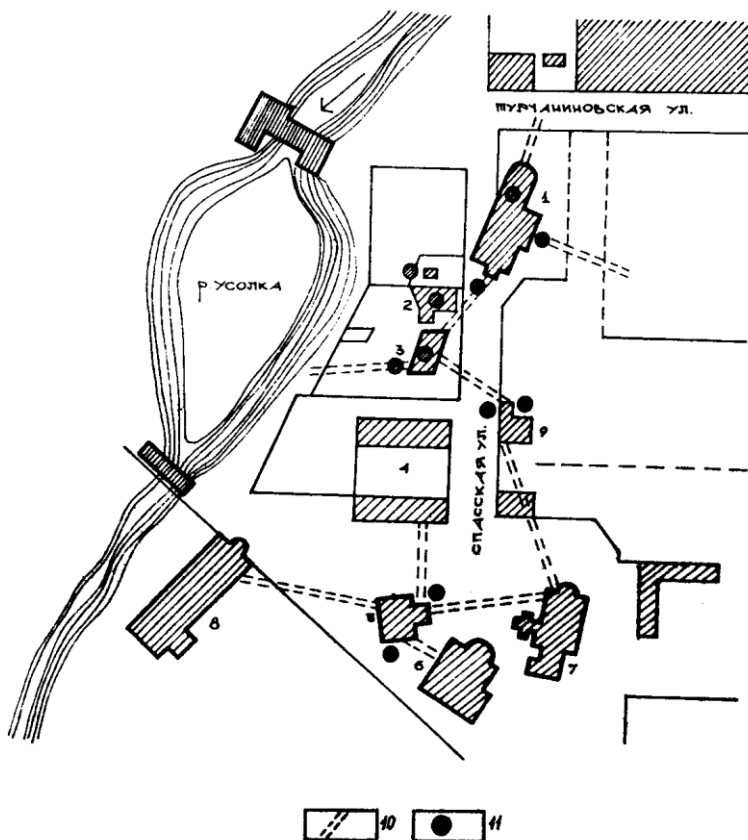


Рис. 2. Система подземных сооружений в исторической зоне г. Соликамска на плане 1892 г.[13].

Историческая зона: 1 – Богоявленская церковь, 2 – здание старой аптеки, 3 – Воеводский дом, 4 – тюрьма, 5 – соборная колокольня, 6 – Рождественская церковь, 7 – Троицкий собор, 8 – Зимний собор, 9 – дом Кузнецова.

Подземные сооружения: 10 – подземные ходы, 11 – выходы на поверхность, провалы

заброшена. Нами уже упоминались остатки подземных сооружений недостроенного тоннеля под Татарским проливом на остров Сахалин. В южном Приморье известны средневековые искусственные пещеры, вырытые, по-видимому, чжурчженями. В регионе имеется большое количество рудничных выработок и заброшенных угольных шахт, в основном разработанных в XX в.; мрачную славу снискали рудники ГУЛАГа в Магаданской области и на Колыме. Провинция мало изучена.

9. Южнорусско-Украинская СпП. Частично расположена на территории России. Наиболее примечательными объектами здесь являются высеченные в мелу пещерные храмы и монастыри.

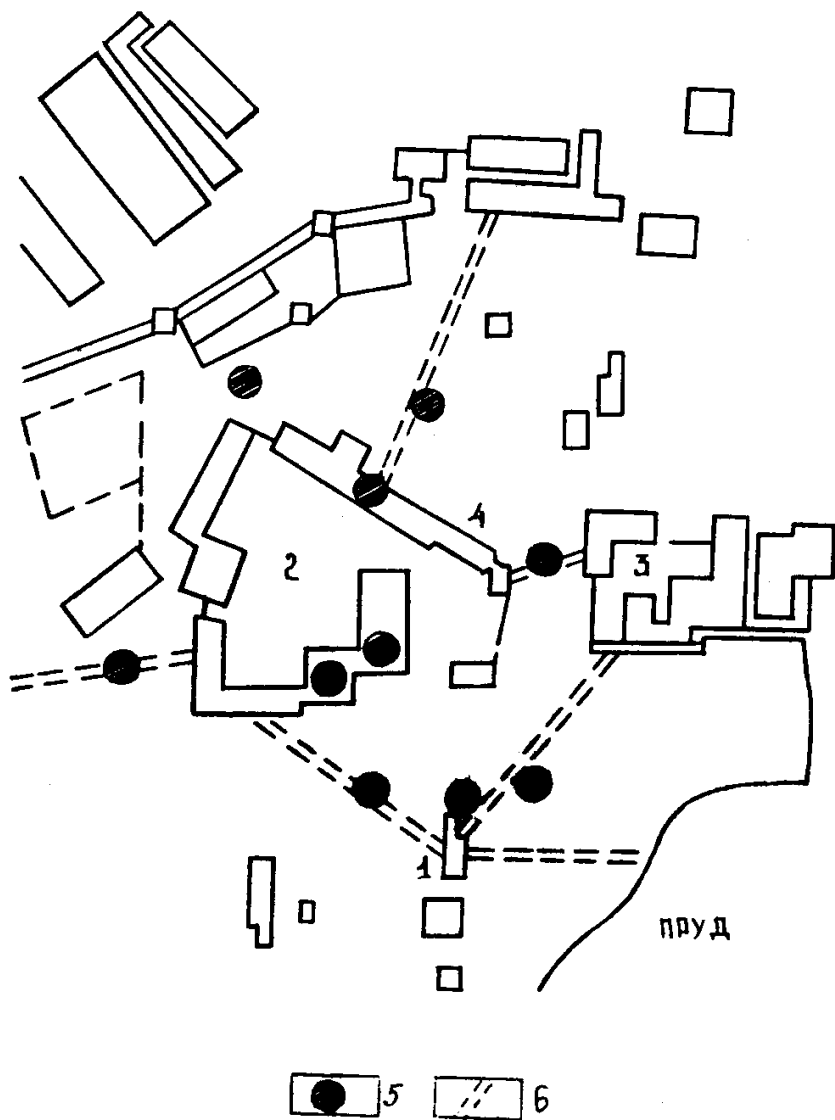


Рис. 3. Система подземных сооружений в пределах исторической зоны территории Невьянского горно-металлургического центра на плане 1850 г. [13].

Историческая зона: 1 – Невьянская наклонная башня, 2 – дом Демидова, 3 – "медное" производство, 4 – здание демидовской заводской конторы.

Подземные сооружения: 5 – выходы на поверхность, провалы, 6 – подземные ходы

В XVI-XVIII вв. процесс их строительства распространился с Украины в долины рек Оскола и Дона, где традиция сооружения подземных храмов не угасла и поныне. Крупнейшими пещерами Воронежской области являются Белогорская (рис. 4) и Калачеевская, длиной около 1000 м каждая. Замечательна пещера Семейка – пещерный храм Белогорско-Тобольской линии, соорудившейся в XVI-XVIII вв. Следы крепостных ходов обнаружены, например, в Белгороде. Подземные каменоломни на этой территории распространены широко, но практически не изучены. Известняк добывался по берегам Зуши и Дона. В Воронежской области известны небольшие разработки мела. В Липецкой и Курской областях были разработки на песчаники и глины. Отдельные области провинции изучены довольно хорошо.

10. Малороссийская СпП. На территории России находится ее восточная окраина. С XVIII в. подземным способом ведется добыча углей Донбасса. Обширную подземную систему (крепостные и городские подземные ходы, инженерные сооружения, каменоломни, культовые подземелья) имеет Ростов-на-Дону. В Аксае известны заброшенные военные подземные сооружения XVIII и XX вв. Подземные ходы найдены и в Краснодаре. Провинция в отдельных областях и по отдельным типам подземелий изучена сравнительно хорошо.

11. Северокавказская СпП Переднеазиатской СпС – своеобразный пограничный регион, самобытный с точки зрения терратектуры. Наиболее распространенным типом подземных архитектурных сооружений являются некрополи VIII-XII вв., представляющие собой группы пещер, в горах распространенные повсеместно (от Черного до Каспийского морей). Подземные убежища известны в Дагестане, Чечне, в Северной Осетии-Алании, по-видимому, есть они и на Кубани. Разработка подземных рудников в провинции началась в глубокой древности (III тыс. до н. э.), но до присоединения края к России ее масштабы были небольшими. В XIX-XX вв. заложено множество рудников, наиболее крупные из которых (Тырнаузский и Садонский) действуют поныне. Из заброшенных рудников крупнейшие – Эльбрусский в Карачаево-Черкессии и Бештау у Пятигорска. Широко распространены разведочные штольни. Подземных каменоломен мало.

12. Восточнорусская СпП (Калининградская область) принадлежит к Западноевропейской СпС. Существует множество противоречивых сообщений о подземных сооружениях Кенигсбергского укрепрайона. По-видимому, сложность геологических и гидрогеологических условий все же не позволила немцам создать здесь очень глубокие сооружения. Под военными фортами и под гражданскими зданиями здесь было множество сообщающихся одно-трехэтажных (ныне засыпанных) подвалов. Все они использовались во время второй мировой войны, что и послужило, видимо, основой легенды о колоссальных подземельях. Есть сообщения о наклонной шахте под Королевским замком. Ходили слухи и о расположенном неподалеку от города подземном авиазаводе, ныне затопленном, но его существование отрицается рядом специалистов. Горные выработки представлены обрушившимися штольнями и шахтами для добычи янтаря.



Рис. 4. Вход в Белогорский пещерный монастырь [2]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А з а н ч е в Ю. Д. Каменоломни и разработки простых полезных ископаемых в России. СПб.: Горный департамент, 1894.
2. Б у л а т о в А. С. Методика поиска, вскрышные работы и изучение подмосковных катакомб // Первая Всероссийская спелеологическая конференция. Старица, 1997.
3. Г о л ь я н о в Э. В. Донские пещеры // Заповедные уголки Воронежской области. Воронеж.: Центрально-Черноземное изд-во, 1983.
4. Д о л о т о в Ю. А. Подземные архитектурные сооружения России: обзор и опыт кадастра // Conference "Rock-cut Megalithic Monuments: Problems and ways of solving them". Sofia, 1999.
5. Д у б л я н с к и й В. Н. Занимательная спелеология. Пермь: Урал ЛТД, 2000.
6. И л ю х и н В. В., Д у б л я н с к и й В. Н. Путешествия под землей. М.: ФИС, 1968.
7. Л е в и т с к и й Л. П. О древних рудниках. М.;Л.: Госгеоиздат, 1941.

8. М и р о ш н и ч е н к о П. О. Легенда о ЛСП. Гатчина, 1992.
9. М и р о ш н и ч е н к о П. О. Каменоломни Ленинградской области // Первая Всероссийская спелестологическая конференция. Старица, 1997.
10. Наука и жизнь 1970. № 5.
11. П е р е п е л и ц ы н А. А. Методика добывания изустной, а равно и письменной информации о местоположении пещер // Спелестологический ежегодник РОСИ- 1999. М.: РОСИ-РОСС, 1999.
12. П у д о в к и н Н. Е. Краткий обзор спелестологии Самарской области // Первая Всероссийская спелестологическая конференция. Старица, 1997.
13. С л у к и н В. М. Архитектурно-исторические подземные сооружения (типология, функция, генезис) / Урал. ун-т. Свердловск., 1991.
14. С л у к и н В. М. Тайны уральских подземелий. Свердловск.: Средне-Урал. изд-во, 1988.
15. С т е л л е ц к и й И. Я. Мертвые книги в московском тайнике. М.: Московский рабочий, 1993.
16. С у н ч у г а ш е в Я. И. Древнейшие рудники и памятники ранней металлургии в Хакассо-Минусинской долине. М.: Наука, 1975.
17. Ф а л ь к о в с к и й Н. И. История водоснабжения в России. М., 1947.
18. Ч е р н ы х Е. Н. Каргалы. Забытый мир. М.: Nox, 1997.

ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕР

SEDIMENTS IN THE CAVES

Б. Р. Мавлюдов
Институт Географии РАН

КЛАССИФИКАЦИЯ СНЕЖНО-ЛЕДОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПЕЩЕР¹

B. R. Mavlydov
CLASSIFICATION OF CAVE SNOW-ICE FORMATIONS

Systematic of snow-ice formations of caves is discussed. There are three classes of cave ice: congelative, sublimative and sedimentary ice. It is shown the place of cave ice in the system of natural ice.

Природные льды по залеганию подразделяются на атмосферные, гидросферные и литосферные, а последние, в свою очередь, – на наземные, пещерные и подземные [3]. Пещерные льды – особый класс природных льдов, имеющих различный генезис, но объединённых средой существования (подземным пространством, находящимся ниже уровня земли, но связанным с открытой атмосферой). Они являются промежуточным членом ряда наземные льды > подземные льды и присутствуют не повсеместно, а там, где в земной коре имеются различные полости.

Возникает вопрос: почему льды пещер необходимо выделить из класса подземных льдов? Согласно [3] подземные льды – это льды любого генезиса, входящие в состав литосферы и находящиеся под поверхностью земли. Однако лёд пещер чаще всего не входит непосредственно в состав литосферы (исключение – мёрзлые породы в пещерах). К тому же само понятие подземный лёд подразумевает его образование под поверхностью земли, то есть под поверхностью раздела атмосфера – литосфера. В пещерах льды образуются и существуют как на самой поверхности раздела (как и все наземные льды), так и под ней (как подземные льды). Но даже на поверхности раздела пещерные льды существуют в специфических условиях: либо очень сильной затененности, либо в полной темноте, что отражается на их составе и строении и дает основание для выделения их в самостоятельный класс природных льдов.

Многообразие природных обстановок на планете определило разнообразие залегания природных льдов. В пещерах существуют условия для возникновения

атмосферных, гидросферных, наземных и подземных льдов, их разнообразие уступает собственно атмосферным, гидросферным, наземным и подземным льдам.

Систематика пещерных снежно-ледяных образований (СЛО) разработана довольно слабо. Классификации пещерных льдов предлагали и карстоведы, и гляциологи [1, 8, 12, 15]. Г. А. Максимович [12] выделял три типа пещерных льдов: атмосферный (сублимационный), гидрогенный и гетерогенный (смешанный). В этой классификации не нашли своего места осадочные и метаморфические льды. П. А. Шумский [15] относил льды пещер к подземным льдам и выделял их в группу термокарстово-пещерных льдов, в которой рассматривал натёчные, сублимационные, инфильтрационные и конжеляционные льды. Осадочные и метаморфические льды здесь также отсутствуют. В ГОСТе 25100-95 (Грунты), применяемом при инженерно-геологических изысканиях, проектировании и строительстве, в группе ледяных грунтов выделяется подгруппа пещерно-жильных грунтов, в которую входят жильные, повторно-жильные и пещерные льды; дальнейшая детализация последних не приводится.

Наиболее подробный анализ существующих классификаций пещерных льдов выполнил В. Е. Дмитриев [7, 8]. Он пришёл к выводу, что единая классификация пещерных льдов отсутствует потому, что карстоведы не используют опыт гляциологов и мерзлотоведов, а последние полностью положились на компетентность карстоведов. В. Е. Дмитриев предложил классификацию пещерных льдов, в которой разделил льды пещер на три класса: конжеляционный, сублимационный и осадочно-метаморфический, в которых выделил типы, подтипы и формы льда. Однако при выделении этих подразделений В. Е. Дмитриев не всегда использовал единые принципы. Ледники и снежники попали в группу "формы", хотя их место скорее в "подтипах", так как это не элементарные формы снега и льда, а целые комплексы СЛО. Тип "натёчные льды" соседствует с типом "лёд водоёмов", хотя первый указывает на генезис льда, а второй – на место образования. В типе натёчных льдов выделен только один подтип конденсационно-конжеляционных льдов. В классе сублимационных льдов выделены два типа: иней и изморозь, хотя по условиям образования все сублимационные льды пещер относятся к изморози.

В настоящей работе сделана попытка обобщить накопленные к настоящему времени сведения о пещерных СЛО, на основе классификации В. Е. Дмитриева разработать более полную общую их классификацию, а также частные классификации (источников образования СЛО в пещерах, их отдельных типов и пр.).

Пещерные СЛО могут подразделяться на группы по ряду признаков.

По месту образования они делятся на льды, образующиеся на границах: воздух – порода, воздух – лёд, воздух – вода, вода – порода, вода – лёд, в воде и в породе.

По агрегатному состоянию поступающей в полости воды СЛО пещер могут быть подразделены на образующиеся из твердой, жидкой, газообразной воды

или их сочетания (одновременно или разновременно). При этом льды из жидкой и газообразной воды автохтонные (образуются непосредственно в полостях), а льды из твёрдой воды – аллохтонные (поступают в пещеру извне и там претерпевают изменения в соответствии с местными условиями).

По солености СЛО пещер могут быть разделены на пресные (содержание солей до 1 г/л), солоноватые (1-10 г/л) [13] и солёные.

По генезису льды пещер делятся на сублимационные, конжеляционные, осадочные и метаморфические.

По составу СЛО пещер могут быть ледяными, снежно-ледяными, фирново-ледяными, снежно-фирново-ледяными, фирновыми, снежно-фирновыми и снежными.

По длительности существования СЛО пещер подразделяются на кратковременные (эфемерные), сезонные, перелетовывающие и многолетние.

По аналогии с классификациями природных льдов [2, 10, 11], автор предлагает матричную и иерархическую классификации СЛО пещер. Преимущество матричной классификации (табл. 1) заключается в том, что она является многомерной и рассматривает льды пещер с разных точек зрения, которые могут быть независимыми друг от друга.

По этой классификации каждая форма льда в пещерах имеет свой цифровой индекс в соответствии с номером столбца и строки в нём: наледи – I.1, II.2, III.1, IV.1, V.1-3, VI.1-3; лед водоёмов – I.2, II.2, III.1, IV.1, V.1-3, VI.1-2; лед горных пород – I.4, II.1, III.1, IV.1, V.1-3, VI.1-3; снежники – I.1, II.1-2, III.2, IV.2-4, V.1, VI.1-3; ледники – I.1, II.2, III.2, IV.4, V.1, VI.3; ледяные брекчи – I.1, II.1, III.1, IV.1, V.1-3, VI.1-3; изморозь – I.1, II.3, III.3, IV.1, V.1, VI.1-3.

Иерархическая классификация более компактна и показывает взаимосвязи групп пещерных льдов (рис. 1). Кроме того, существуют и частные классификации (рис. 2).

Сублимационные льды образуются из пара воздуха, минуя процесс конденсации воды. В пещерах они представлены изморозью, образующейся при попадании тёплого влажного воздуха из глубины пещеры или боковых галерей в замороженные полости; делятся по форме скоплений.

Конжеляционные льды подразделяются на наледи (по генезису это натёчные льды), льды водоёмов и водотоков, льды горных пород. В каждой из групп возможно более дробное деление: конжеляционные льды могут быть образованы из вод атмосферных осадков, инфильтрационных, инфлюационных, конденсационных, воды горных пород.

Осадочные льды образуются из атмосферных осадков; метелевого и лавинного снега; снега обрушенных карнизов; обрушения наледей и ледникового льда во входы пещер и льда – внутри них; затекания (вдавливания) поверхностных ледников во входы пещер.

Матричная классификация снежно-ледяных образований пещер [10]

I. По месту образования	II. По агрегатному состоянию воды	III. По основным процессам льдообразования	IV. По строению снежно-ледяных толщ	V. По солености льда	VI. По времени существования
1). на границе воздуха и породы 2). на границе воздуха и воды 3). на границе воды и породы 4). в породе 5). в воде	1). твердая 2). жидкая 3). газообразная	1). конжеляция 2). Сублимация 3). Осадочно-накопленные 4). метаморфизм	1). ледяная 2). фирново-ледяная 3). снежно-фирновая 4). снежно-ледяная 5). снежно-фирново-ледяная 6). фирновая 7). снежная	1). пресные 2). солоноватые 3). солёные	1). эфемерные 2). сезонные 3). перелетки 4). многолетние

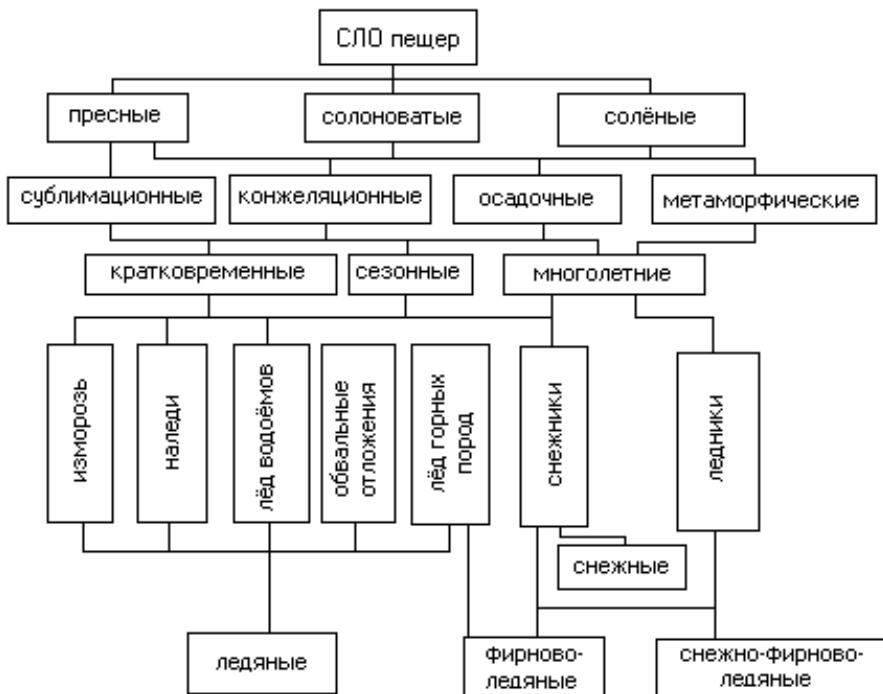


Рис. 1. Общая (иерархическая) классификация снежно-ледяных образований пещер

Метаморфические льды образуются из части пещерных снежников, дающих начало пещерным ледникам. Обрушившийся лёд, не растаявший за лето, цементируется в ледяные брекчии.

Краткое описание снежно-ледяных образований пещер начнем с типов льда, образующих наибольшие скопления.

В образовании осадочных льдов кроме твёрдых осадков в подчинённых количествах могут принимать участие и все другие виды вод. Первые четыре источника питают пещерные снежники.

Конжеляционные льды. Рассмотрим морфологические типы конжеляционных льдов в зависимости от характера и величины водопритока в пещеры. Вода, поступающая во вход полости, может стать источником образования льда в том случае, когда в пещере господствуют отрицательные температуры воздуха и пород.

Если жидкие осадки выпадают на переохлаждённую поверхность снега или льда, образуется корка наложенного льда [6]. Если жидкие осадки выпадают на тающий пещерный лёд, они ускоряют его таяние. Гипсометрически ниже, в зоне отрицательных температур, из дождевой или талой воды может образоваться лёд в виде наледей.

Если лёд во входной части пещеры уже растаял, то дождевые воды на контакте с породой охлаждаются или нагреваются. При этом таяние пещерного льда происходит ниже входа, а замерзание воды (если позволяет запас холода пород) – ещё ниже. Во всех перечисленных случаях образуются покровные наледи. При поступлении жидких осадков или талой воды на замороженные стены колодцев кроме вертикальных покровных форм образуются висячие наледи (сталактиты, гребешки, каскады, драпировки, а также сталагмиты).

Периодические водотоки (инфлюация дождевых вод) летом и осенью расплавляют лёд либо перераспределяют его в более низкие горизонты пещер. Постоянные водотоки, поступающие во входы полостей, являются причиной образования наледей (при слабых водопритоках) или льда водоёмов (при крупных водопритоках). При слабом переохлаждении воды в местах с незначительной скоростью ее течения могут появиться плавучие кристаллы льда, а у берегов – ледяные забереги; дно потоков может обрастать донным льдом. При сильном переохлаждении воды и быстром течении пещерных потоков сначала формируется шуга [5], а только потом поверхностный лёд. Промерзают до дна в основном водоёмы со стоячей водой или со слабым течением (пещеры Пинего-Кулойского плато).

В весеннее половодье реки в пещерах вскрываются и лёд представлен льдинами (тоже на озерах в пещерах, если они не были заморожены до дна). При поступлении паводковых вод в замороженные полости на стенах пещер появляется слой прозрачного наледного льда (кора обледенения по [13]). Озёрный лёд в пещерах представлен теми же формами, что и речной (за исключением шуги). На озерах поверхностные плавучие кристаллы льда встречаются чаще [9], а забереги в спокойной воде часто имеют вид сростков саблевидных кристаллов льда. После спада паводка наледи на стенах и

повешенный озёрный лёд фиксируют уровень стояния паводковых вод в пещере.

Большое значение для образования пещерного льда имеют карстовые воды. При малых (капельных) водопритоках со сводов и стен полостей образуются висячие наледи: сталактиты, гребешки, каскады, занавеси, драпировки, сталагмиты, колонны и их комбинации [4]; при более крупных со сводов – образуются колонны и покровные наледи, а со стен или из боковых галерей – только покровные наледи.

На постоянных подземных водотоках образуются наледи значительных размеров (в пещерах Кутукского урочища в Башкирии их длина превышает 100 м). На потоках карстовых вод с большим расходом, так же как и на транзитных потоках, протекающих сквозь пещеру, образование льдов имеет чаще всего сезонный характер: они образуются в межень, а во время половодья полностью стаивают. Тоже происходит, если полость со льдом на длительное время заполняется паводковыми водами (пещера Мечкинская на Урале).

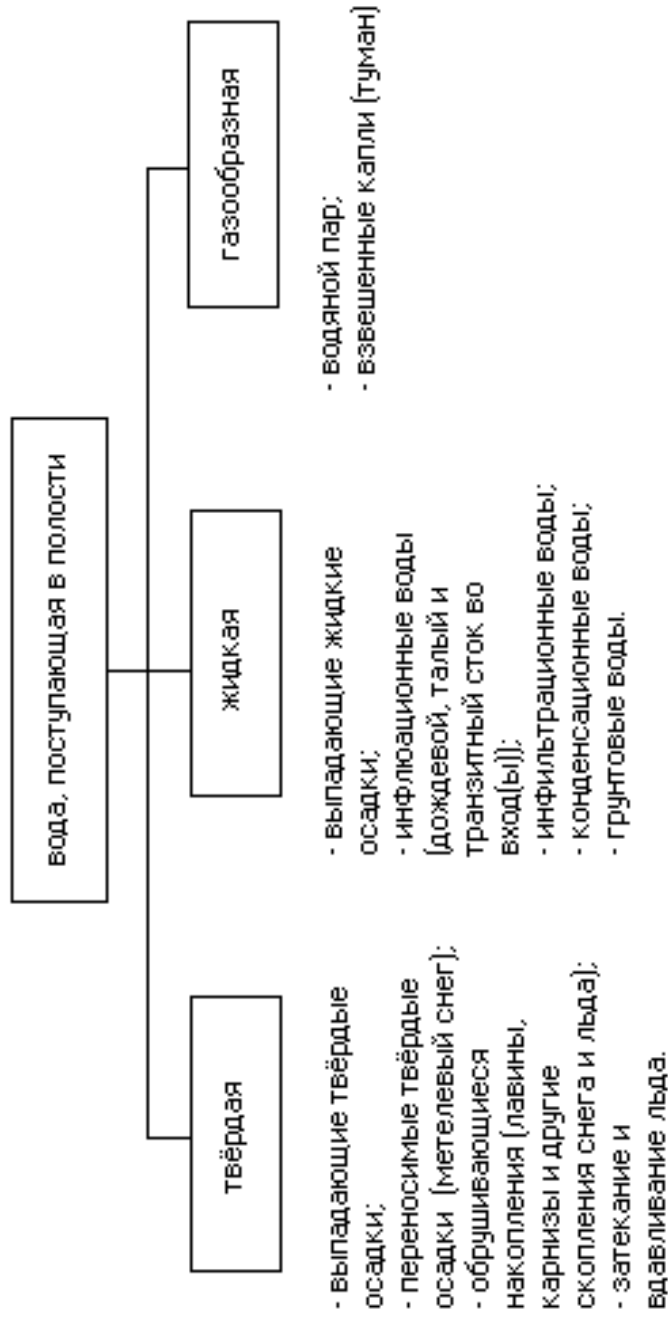
Конденсационные воды образуются при осаждении водяного пара на холодном основании. Их температура близка к температуре породы, на которой конденсируется влага. При стекании капель со стен полости в зону отрицательных температур они дают начало ледяным гребешкам, сталактитам, сталагмитам, а при плёночном стоке – покровным наледям на стенах (одна из форм пещерного льда, которые объединялись под расплывчатым названием "кора обледенения" [13]).

Вода в породе представлена свободной водой пустот и пор, которая замерзает в этих полостях (цементный лёд), либо мигрирует в трещины (жильный лёд); связанной водой дисперсных пород (суглинки, глины), которая при замерзании образует сегрегационный лёд: шестовато-волокнистый у поверхности и шлировый на большой глубине (ледяные шлиры – ориентированные скопления льда в виде лент или линз, имеющие резкие или постепенные переходы в рыхлые вмещающие породы). При промерзании водонасыщенных скальных пород у выхода микротрещин на границе породы и воздуха в пещерах образуются единичные формы сегрегационного льда – стебельковый лёд (аналог гипсовых антолитов).

При определённых условиях (образование закрытых систем) в дисперсных породах может появляться инъекционное льдообразование (по-видимому, к этим формам можно отнести беспорядочно ориентированные линзы льда, наблюдавшиеся в 1982 г. в суглинках и глинах в пещере Е-5 на Пинего-Кулойском плато).

Вода в породе формирует группу подземных внутригрунтовых пещерных льдов. В группу подземных льдов входят также все виды первично поверхностных пещерных льдов, погребённые под обломками, осыпями, русловыми и озёрными отложениями и др.

Осадочные и метаморфические льды. Осадочные льды различаются не столько по источнику поступающей в полости твердой воды, сколько по характеру её поступления, а также по величине диагенетических и метаморфических изменений снежной толщи. Диагенез – преобразование



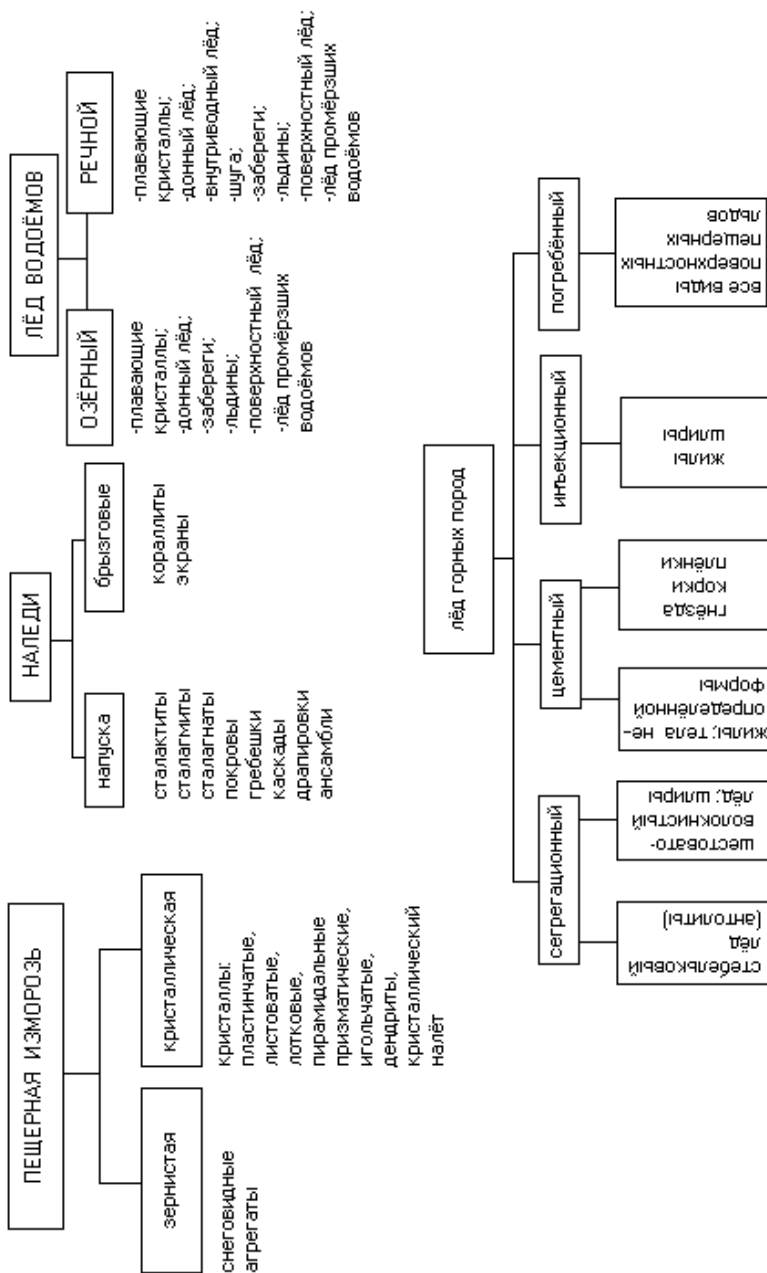




Рис. 2. Частные классификации пещерных льдов

снежного покрова без участия высокой температуры и давления [3].

Метаморфизм снега – его изменение под действием внешних условий, которое ведёт к исчезновению пор, изменению формы и размеров кристаллов, физико-механических свойств снега. Источник энергии – тепловые и механические воздействия, прежде всего собственная масса снежной толщи, в результате чего происходит её оседание. Для пещер типичен тёплый тип метаморфического льдообразования, для которого характерно участие жидкой воды. Участие инфильтрационной воды (атмосферные осадки, талые воды, капли со сводов) ускоряет округление зёрен снега. Замерзание воды в снежной толще ведёт сначала к образованию ледяных прослоек и шпир, а затем и собственно льда [3].

Поступление снега во входные отверстия наклонных нисходящих и вертикальных полостей приводит к его накоплению, так же как на поверхности земли вне пещер (только мощность снега в пещерах больше из-за его концентрации). Сход лавин во входных частях пещер способствует перераспределению снега в полостях, его уплотнению (в теле лавин), заполнению неровностей подземного рельефа. Обрушение снежных карнизов в колодцах определяет образование небольших неровностей (уплотнений) в толщах снега на их дне.

При слабом промачивании снег перекристаллизовывается в фирн, причём с нарастанием глубины его залегания в полости продолжительность превращения снега в фирн растёт из-за падения амплитуды колебаний температур с удалением от входа. При этом фирнизация снежной толщи происходит с поверхности. Нижние слои фирна превращаются в лёд, а при благоприятных условиях снежно-фирново-ледяные тела приобретают движение, образуя пещерные ледники [6], которые так же как и поверхностные ледники, удаляют лёд из области питания.

При значительном промачивании снежной толщи образуется инфильтрационный лёд. К осадочным льдам можно отнести также обломочные льды, образующиеся при накоплении в пещерах частей висячих наледей, обрушившихся со сводов из более высоких частей пещер в период таяния льда. Обрушение же висячих наледей в снег приводит к появлению в нём включений конжеляционного льда. При перелетовывании масс обломочного льда образуются ледяные брекчии.

Одной из своеобразных форм осадочных льдов в пещерах являются льды, формирующиеся из снега, который образовался из осыпавшихся со сводов сублимационных кристаллов льда [14]; другая форма проявляется при оплавлении и перекристаллизации скоплений сублимационных льдов на сводах пещер (Кунгурская пещера в Приуралье).

Экзотической формой льда в пещерах является ледниковый лёд, затекающий в полость с поверхности. Это возможно только в ледниковых районах при наличии пещер с широкими входами. Подобные факты зафиксированы в Канаде (блокирование льдом ледника галерей пещеры Капельгард), во Франции (затекание льда ледника Аржантьер в вертикальные карстовые шахты в его ложе).

Сублимационные льды. Представлены разными типами изморози, различающимися в зависимости от температуры образования, степени пересыщения воздуха влагой, скоростью ее поступления и размером водных частиц. Различаются две разновидности изморози: кристаллическая и зернистая.

Зернистая изморозь образуется при замерзании взвешенных в воздухе капель воды (тумана), формируя снеговидные агрегаты, например, снежные сталактиты (пещеры Кутук-Сумган на Урале, Большая Голубинская на Пинего-Кулойском плато).

Кристаллическая изморозь разнообразна по форме. При слабом притоке водяного пара образуются скелетные кристаллы льда в виде гексагональных пирамид и тетрагональных призм. При обильном его притоке скелетные кристаллы не образуются, а возникают сферические формы разных размеров (до 25 см в диаметре), состоящие из сростков игл, пластин, дендритов. При низких температурах воздуха и слабом притоке водяного пара возникают игольчатые кристаллы льда, ориентированные навстречу потокам влаги. Они могут иметь форму разветвленных "кустиков" (кристаллиты) или отдельных игл.

Кроме "чистых" форм льда в пещерах при смене условий льдообразования наблюдается наложение одних форм льда на другие. Примерами последовательного наложения могут быть обрастание сталактитов и

сталагмитов сублимационными кристаллами, образование корок наложенного льда на поверхности снежной толщи, возникновение сталактитов на оплавленных сублимационных кристаллах и др. Примером комплексных форм (или, по В. И. Степанову, ансамблей) являются кораллитовые сталагмиты, т.е. сталагмиты, обросшие кораллитами (последние возникают в зоне разбрызгивания воды). Пустоты в осадочных льдах благоприятны для проникновения в них воды и воздуха, что определяет заполнение их осадочными, конжеляционными и сублимационными льдами. В таком случае осадочные льды могут быть гетерогенными.

Существуют пещерные льды, которые трудно отнести к определённому классу. Например, не всегда бывает ясно куда относить льды, заполняющие пространство между крупными глыбами породы. Они могут быть наледями или льдом-цементом, а в отдельных случаях и льдом мелких водоемов. Для правильного определения их генезиса необходимо детальное изучение состава и строения самого льда.

Разнообразие пещерных льдов велико. Мы коснулись только основных форм льда. Нет сомнения, что по мере дальнейшего исследования пещер со СЛО выявятся новые разновидности пещерных льдов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В т ю р и н Б. И. Подземные льды СССР. М.: Наука, 1975.
2. В т ю р и н Б. И., В т ю р и н а Е. А. Классификация природных льдов Земли // Материалы гляциологических исследований. М., 1984. Вып. 50.
3. Гляциологический словарь. Под ред. В.М. Котлякова. Л.: Гидрометеоздат, 1984.
4. Г о р б у н о в а К. А. Морфология пещерных льдов // Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. Пермь, 1981.
5. Г о х м а н В. В., Т р о и ц к и й Л. С., Х о д а к о в В. Г. Гидротермический режим и водохозяйственная роль ледника Бергиль на Шпицбергене // Материалы гляциологических исследований. М., 1982. Вып. 45.
6. Д м и т р и е в В. Е. Специфика колебаний пещерных ледников Кузнецкого Алатау // Материалы гляциологических исследований. М., 1979. Вып. 36.
7. Д м и т р и е в В. Е. К вопросу о комплексном подходе к изучению пещерных льдов // Вопросы географии Сибири. Томск, 1980. Вып. 13.
8. Д м и т р и е в В. Е. Оледенение пещер как часть гляциосферы земли // Карст Дальнего Востока и Сибири. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980.
9. Д о р о ф е е в Е. П. Ледяные кристаллы в подземном озере // Природа. 1970. № 4.
10. К о р е й ш а М. М. Схема матричной классификации природных льдов // Материалы гляциологических исследований. М., 1984. Вып. 51.
11. М а в л ю д о в Б. Р. Оледенение пещер Советского Союза / Автореф. дис. канд. геогр. нк. М., 1989.
12. М а к с и м о в и ч Г. А. Пещерные льды // Изв. ВГО СССР. 1947. Т. 79. № 5.
13. М а к с и м о в и ч Г. А. Основы карстоведения. Пермь, Перм. кн. изд-во, 1963. Т. 1.
14. Ф е д о р о в Е. С. Заметка о Кунгурских пещерах // Материалы для геологии России. СПб., 1883. Т. XI.
15. Ш у м с к и й П. А. Основы геокриологии. М., 1959. Ч. 1.

В. Андрейчук, Е. Галускин
Силезский университет, Польша

КРИОГЕННЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ

V. Andrejchuk, E. Galuskin
CRYOGENIC MINERAL FORMATIONS OF THE KUNGUR ICE CAVE

The features of cryogenic mineral formations of the cave are considered

Вопросам минералогии карстовых пещер посвящено сравнительно много литературы. Вместе с тем, изученность ее разных аспектов очень неравномерна. К настоящему времени выяснены специфика среды образования минералов, установлено значительное типологическое и морфологическое разнообразие минеральных агрегатов пещер, построены их классификации [12]. Гораздо менее разработаны вопросы генезиса и механизма образования минералов в пещерах, в том числе минералогия пещерных льдов [10]. Публикации, затрагивающие эту тему, касаются, в основном, строения и роста ледяных кристаллических агрегатов, в меньшей мере – химического состава льдов [3]. Вопрос же о возникновении и морфологии минеральных новообразований в пещерных льдах практически не выяснен.

Несмотря на узкоспециальный характер, рассмотрение этого вопроса имеет важное научное значение: минеральные новообразования во льдах генетически связаны со слабо изученными криохимическими процессами; в отличие от наземных льдов, в пещерах мы часто имеем дело с "солончатыми" [3] или "солеными" [7] льдами повышенной до 1-2 г/л минерализации, изучение которых открывает широкие возможности для проведения соответствующих исследований; неясны формы нахождения и морфология минеральных примесей в пещерных льдах; обогащенность подземных льдов солями предопределяет формирование при их вытаивании своеобразных типов пещерных отложений, что представляет самостоятельный седиментологический интерес; выявление у минеральных новообразований морфологических, типологических и прочих криогенетических признаков позволило бы осуществлять палеогляциологические реконструкции.

С целью поиска хотя бы частичных ответов на отмеченные выше вопросы авторы предприняли попытку минералогического изучения "гипсовой муки" – явно криохимического образования, характерного для ледяных пещер в гипсах (в меньшей мере – для пещер в карбонатных породах). Анализировались образцы муки из одной из наиболее известных пещер мира – Кунгурской ледяной пещеры.

Пещера развита в 90-метровой толще сульфатных пород пермского возраста (гипсы и ангидриты с прослоями известняков и доломитов). Пещера геологически молода (голоцен). Она заложена в прибортовой части карстового массива на уровне первой надпойменной террасы р. Сылвы и представляет собой лабиринт, состоящий из ряда крупных залов, соединенных менее широкими галереями. Общая протяженность пещеры 5,7 км, объем – свыше 350 тыс. м³.

Пещера издавна известна своими оригинальными ледяными образованиями – сталактитами, сталагмитами, ледяными покровами, многолетними наледями, кристаллами пещерного инея, озерным льдом. Разнообразие и характер ледяных форм представляют эстетическую ценность. Пещера оборудована для посетителей: ежегодно ее посещают около 100 тыс. человек.

Льды пещеры имеют гидрогенное (ледяные сталактиты, сталагмиты, сталагматы, коры, покровы, лед озер), атмосферное (пещерный иней, кора обледенения, покровный лед из ледяных кристаллов и кристаллического снега) и гетерогенное происхождение [7]. От генетического типа пещерных льдов в значительной степени зависит их минерализация и состав (таблица). Данные адекватно отражают вариации состава льдов Кунгурской пещеры, поскольку она составлена, главным образом, на материале гидрохимического изучения льда именно из Кунгурской пещеры.

Химическая характеристика льдов из карстовых пещер в гипсах [3]

Вид льда	Количество проб	M_{cp} , мг/л	C_v	Количество типов
Кристаллы	28	173	0,87	13
Сталактиты	15	1222	0,57	3
Сталагмиты	19	1334	0,38	3
Коры	12	985	0,57	3
Покровы	39	1115	0,64	6
Лед озер	5	1407	0,62	2
Всего	118	940	0,64	16

M – минерализация, C_v – коэффициент вариации

Обращает на себя внимание высокая минерализация (985-1407 мг/л) и низкая изменчивость состава (3-6 гидрохимических типов) льдов гидрогенного происхождения. Исследователи давно обратили внимание, что в гипсовых пещерах на поверхности именно этого типа ледяных образований часто

наблюдаются белоснежные мучнистые покровы, а у их основания – скопления мучнистого порошка, некогда названного "гипсовой мукой" (рис. 1 [4, 11]). Толщина его слоя на ледяной поверхности сталактитов, сталагмитов и кор менее 1 мм [1], увеличиваясь в нишах вытаивания и у основания наледей до 5,0 см и более.

Уже в первых публикациях о льдах Кунгурской пещеры (на рубеже XIX-XX вв.) указывалось, что белое мучнистое вещество – это гипс. Однако ни в ранних, ни в более поздних работах на этот счет не приводится каких-либо дополнительных сведений. Нами осуществлены аналитические исследования, подтвердившие предположения о преимущественно гипсовом составе мучнистого вещества, а также микроморфологические исследования, позволяющие раскрыть механизм кристаллизации гипса и его накопления в виде муки.

Морфология кристаллов гипса и кальцита изучена при помощи электронного сканирующего микроскопа JSM-35С. Диагностика минералов подтверждена рентгено-структурными исследованиями. Кристаллы гипса образованы тремя простыми формами: основными: пинакоидом – $\{010\}$ и ромбическими призмами – $\{120\}$, $\{-111\}$ и второстепенными – $\{011\}$, $\{-101\}$ (рис.2). Выявленные кристаллографические формы типичны для кристаллов гипса различного генезиса [14]. В то же время характер и морфология агрегатов, а также микрорельеф граней кристаллов имеют специфические особенности, позволяющие судить об условиях и механизмах роста криогенного гипса.

В муке обнаружены два типа агрегатов гипса. Первый – параллельные и двойниковые сростки уплощенных по $\{010\}$, относительно крупных кристаллов размером до 300-400 мкм, толщиной первые десятки мкм (рис. 2а). Их симметрия указывает на кристаллизацию в среде с плоскостной симметрией, вероятно, в капиллярной пленке раствора. Часто грани пинакоида $\{010\}$ гипса расщепляются с образованием сферолитов (рис.2 б, г). Второй тип образован агрегатами размером 50-100 мкм. Он представлен щетками (корами) призматических кристаллов с элементами сферолитового роста и геометрического отбора (рис. 2 в). Удлинение кристаллов первого типа обычно параллельно поверхности льда (поверхности намораживания), второго – субперпендикулярно ей.

На кристаллах гипса широко развиты проявления скелетного роста (рис. 2 е), характерны также кривогранные поверхности и ребра. Нередко кристаллы агрегатов первого типа имеют асимметричное строение: одна из граней пинакоида $\{010\}$ имеет гладкую ровную поверхность, тогда как другая – индукционную поверхность с округлыми торцами (ступенями) слоев роста (рис. 2 д). Индукционные поверхности такого типа свойственны для синхронного роста пар: дисперсный поликристаллический агрегат (сферолит, мелкозернистый агрегат) – монокристалл [3]. На взаимосвязанное образование кристаллов гипса и льда может указывать обилие пустот в скелетных, футляровидных кристаллах гипса (рис. 2 е), оставшихся от включений кристаллов льда.

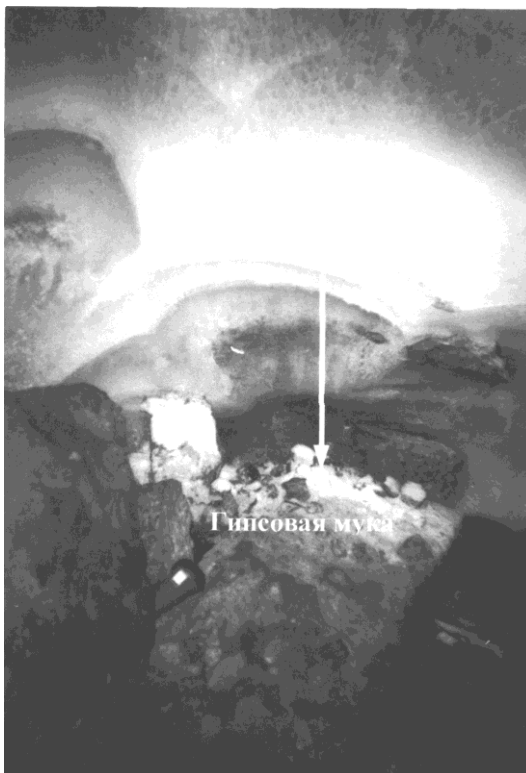


Рис. 1. Скопление белого мучнистого порошка под наледью между гrotами Бриллиантовый и Полярный

Грани призматического пояса гипса имеют гладкую поверхность, тогда как для граней ромбической призмы $\{111\}$ характерна неровная, бугристая, вицинальная поверхность. Характер агрегатов гипса указывает на кинетический режим роста кристаллов и на их кристаллизацию из существенно пересыщенного раствора. Появление расщепленных форм гипса может быть также связано с примесями натрия и обусловлено автодеформационным механизмом расщепления [6, 9]. Высокие скорости роста и характер среды (раствор-расплав воды) определяли высокую концентрационную неоднородность вокруг растущих кристаллов гипса, затрудненное питание отдельных частей кристаллов и образование футляровидных и скелетных форм.

Редкие выделения кальцита в муке представлены расщепленными формами: сферолитами (рис. 3 а) и сноповидными кристаллами (рис. 3 б). В огранении кальцита участвует только острый ромбоэдр $\{04-41\}$. Форма кальцита является отражением высокого отношения Ca / CO_2 [13] и значительного содержания сульфат-иона в растворе [5]. Кристаллизация агрегатов кальцита (в малых количествах) была связана с локальными флуктуациями пересыщения раствора

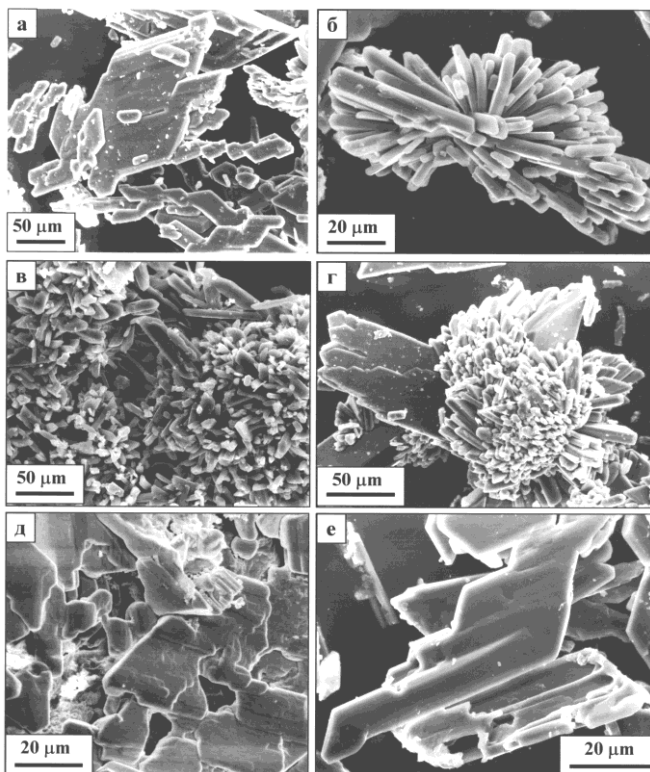


Рис. 2. Морфология кристаллических агрегатов криогенного гипса: а – сростки уплощенных кристаллов (I тип); б, в – расщепленные формы кристаллов; г – агрегат призматических кристаллов (III тип); д – футляровидные кристаллы; е – индукционная поверхность грани {010}

(по кальциту) в результате его дегазации и концентрирования вследствие последовательных процессов кристаллизации гипса и льда – с сопутствующим повышением концентрации гидрокарбонат-иона.

Различия в морфологии агрегатов гипса связаны, скорее всего, с разной толщиной замерзающей на поверхности льда водной пленки и неоднородной концентрацией первичных (инфильтрационных) растворов, попадающих на лед. Так, при образовании первого типа агрегатов температурный градиент в направлении, перпендикулярном поверхности охлаждения (льда), не играл важной роли, так как толщина пленки была очень мала. Концентрирование раствора в результате замерзания воды и кристаллизация гипса происходили очень быстро. Во втором типе агрегатов кристаллы гипса вытянуты субперпендикулярно поверхности льда, что указывает на их рост в поле с температурным или концентрационным градиентом. Это может быть связано с большей толщиной пленки раствора или меньшей скоростью ее замерзания, например, в случае более концентрированных растворов.

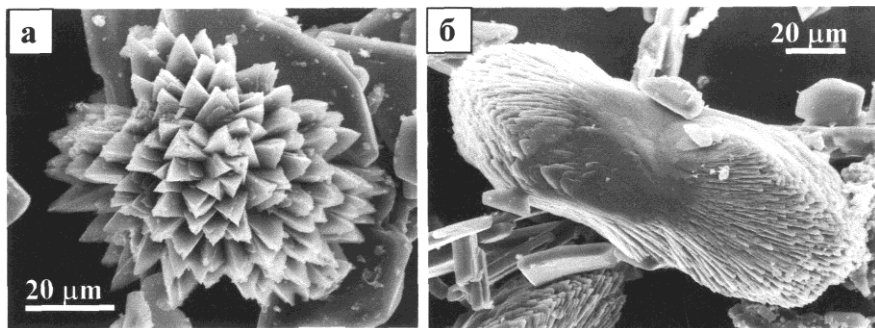


Рис. 3. Расщепленные формы криогенного кальцита, представленные острым ромбоздром {04-41}: а – сферолит, б – сноповидный кристалл

Данные наблюдений о механизме формирования подземных наледей и морфологические признаки кристаллических агрегатов гипсовой муки позволяют предложить схему формирования этого оригинального типа пещерных новообразований. На стадии просачивания атмосферных и грунтовых вод через гипсо-ангидритовый массив (рис. 4, 1) слабоминерализованные (менее 300-500 мг/л) агрессивные воды интенсивно растворяют сульфатные породы, насыщаясь при этом до 800-1500 мг/л и приобретая сульфатный кальциевый гидрохимический тип. Несмотря на высокую минерализацию, инфильтрационные воды остаются ненасыщенными по отношению к гипсу.

Какая из трещин в сводах, они поступают в подземные залы и коридоры. В привходовой (холодной) части пещеры они охлаждаются и замерзая слой за слоем наращивают толщину пещерных наледей. Процессы накопления льда особенно активны в холодное время года, когда пещера существенно охлаждается, а доступ влаги к наледям сохраняется за счет "теплых" минерализованных (незамерзающих) грунтовых вод, содержащихся в верхних горизонтах гипсового массива (рис. 4, 2)¹.

Замерзание минерализованных вод из-за высокого содержания растворенных солей происходит не мгновенно, а сравнительно постепенно. Процесс кристаллизации льда сопровождается переохлаждением жидкой фазы и повышением концентрации солей в остаточном растворе. В нем и происходит кристаллизация гипса, а затем и кальцита (рис. 4, 3). При кристаллизации последнего, по-видимому, важную роль играет дегазация раствора (потеря CO_2), уменьшающая его карбонатную емкость.

Таким образом, в процессе замерзания сульфатных кальциевых вод из остаточных растворов кристаллизуются гипс и кальцит (крио кристаллизационная стадия). В кристаллическом виде частицы этих минералов могут сохраняться во льду на протяжении неопределенно долгого времени. О морфологических изменениях кристаллов гипса и кальцита на протяжении времени их нахождения во льду сказать что-либо трудно.

¹ Существенную роль здесь играет и зимняя конденсация (прим. ред.)

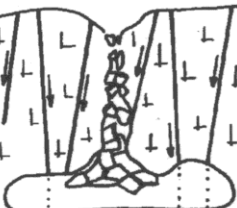

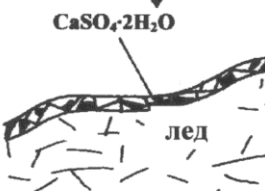


Стадия	Этап	
Инфильтрационная	Коррозионный	 <p>Просачивание воды через гипсовый массив, ее насыщение сульфатом кальция</p>
	Крио-кристаллизационная	 <p>Поступление инфильтрационных вод на поверхность наледи, их намерзание (кристаллизация льда)</p>
 <p>Кристаллизация гипса из остаточного (от кристаллизации льда) высококонцентрированного переохлажденного раствора</p>		
Термо-абляционная	Термо-эрозийный	 <p>Вытаивание кристаллов гипса из ледяной массы вследствие термоэродирующего воздействия воздушных потоков</p>
	Аккумуляционный	 <p>Осыпание кристаллических частиц и их накопление у основания наледей и в нишах вытаивания в виде гипсовой муки</p>

Рис. 4. Главные этапы образования гипсовой муки под многолетними льдами Кунгурской пещеры (рисунки, отражающие стадии процесса, разномасштабны)

Возможно, они имеют место, поскольку подземные льды испытывают непрерывное воздействие ряда динамических факторов (изменения температуры среды, массы льда и др.), инициирующих перекристаллизацию.

Освобождение минеральных частиц из ледяного "плена" и их накопление происходит при таянии подземных льдов (термоабляционная стадия). Под действием тепла, приносимого воздушными потоками, лед испаряется, а кристаллы гипса остаются на его поверхности в виде мучнистого порошка (рис. 4, 4). По мере накопления порошок осыпается, скапливаясь в ледяных нишах и образуя у основания наледей скопления гипсовой муки (рис. 4, 5).

Данные выполненных минералогических исследований указывают на криогенное происхождение минеральной муки. Образующие ее кристаллы гипса и, в значительно меньшей мере, кальцита формируются на поверхности пещерных льдов из пересыщенных пленочных растворов. Пересыщение происходит в основном вследствие замерзания воды, поэтому процессы кристаллизации воды и веществ, содержащихся в ней, сингенетичны. Кристаллизационные процессы наиболее активны в холодное время года, главным образом в конце осени – начале зимы.

Выступление мучнистого порошка на поверхности ледяных образований (наледей, сталактитов, сталагмитов и т.д.) связано с освобождением (при испарении льда) микроскопических кристаллов гипса и кальцита из ледяной массы, а образование отложений криогенной муки – с их осыпанием и накоплением у основания ледяных форм. Таяние сезонных пещерных льдов происходит наиболее активно в весеннее время. В это время ледяные сталактиты и сталагмиты часто "белеют", становятся слабопрозрачными. К лету на месте растаявшего ледяного сталагмита обычно остается только светлое мучнистое пятно, быстро размываемое весенними паводками, растворяемое атмосферной влагой или развеваемое (после высыхания) воздушными потоками. В случае многолетних льдов (в основном пещерных наледей) мучнистый порошок наиболее активно выступает на поверхности льда в летнее время, в период их интенсивного таяния. В это же время происходит накопление муки и образование мучнистых отложений у основания наледей.

Мучнистый порошок обнаруживается также (хотя и в меньшем количестве) на ледяных образованиях в известняковых пещерах. Можно предположить, что криогенетические процессы его формирования в гипсовых и карбонатных пещерах в общих чертах идентичны. Чтобы подтвердить это предположение, в известняковых пещерах необходимы специальные исследования состава порошка и примесей в нем, морфологии минеральных агрегатов и пр.

Проведенные исследования свидетельствуют, что криогенетические и сопутствующие им процессы широко распространены в пещерах умеренной зоны. Естественно, они еще более активны в холодном поясе, субполярной и полярной зонах. Можно предполагать, что в результате криогенетического "осадконакопления" значительная часть растворенных в воде минеральных веществ извлекается вымораживанием из циркулирующих в карстовых массивах вод и осаждается на днищах и стенах пещер, обогащая их отложения карбонатным и (или) сульфатным компонентами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрейчук В. Н. Некоторые своеобразные отложения в Кунгурской пещере, связанные с ее оледенением // Минералы и отложения пещер и их практическое значение. Пермь, 1989.
2. Дублянский В. Н., Андрейчук В. Н. и др. Химический состав льдов карстовых полостей // Инженерная геология (Москва). 1992. № 5
3. Дымков Ю. М. Одновременный совместный рост кристаллов и сферолитов // Тр. минерал. музея АН СССР, 1957. Вып. 8.
4. Каракаш Н. И. Кунгурская ледяная пещера на Урале // Тр. СПб. Об-ва естествоисп., 1905. Т. XXXVI. Вып. 1.
5. Кирьянова Е. В., Кривовичев В. Г., Гликин А. Э. Генетическая кристалломорфология кальцита (по экспериментальным и природным данным) // ЗВМО. 1998. № 6.
6. Краснова Н. И., Петров Т. Г. Генезис минеральных индивидов и агрегатов.. СПб: Невский курьер. 1997.
7. Максимович Г. А. Пещерные льды // Изв. Всес. геогр. об-ва. 1947. № 5.
8. Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. Характеристика льда Кунгурской пещеры // Докл. АН СССР. 1941. Т. 31. № 5.
9. Пунин Ю. О., Штукенберг А. Г. и др. Деформационно-ростовой механизм двойникования сульфата калия // Рост кристаллов. Калинин, 1991.
10. Степанов В. И. Структуры и текстуры минеральных агрегатов, образующихся в свободном пространстве пустот // Спелеология в России. 1998. Вып.1.
11. Федоров Е. С. Заметка о Кунгурских пещерах // Материалы для геологии России. 1883. Т. XI.
12. Hill C., Forti P. Cave minerals of the world (2-nd edition). Huntsville: NSS. 1997.
13. Kirlov G. K., Vesselinov I., Cherneva Z. Condition of formation of calcite crystals of tabular and acute rhombohedral habit // Kristall und Technik. 1972. № 5.
14. Kostov I., Kostov R.. Crystal habits of minerals. Sofia: Pensoft, 1999.

Н. Е. Молоштанова¹, Н. Г. Максимович², У. В. Назарова¹

¹Пермский университет, ²ЕНИ при ПГУ

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ОТЛОЖЕНИЙ КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ

**N. E. Moloshtanova, N. G. Maksimovich, U. V. Nazarova
MINERAL COMPOSITION OF KUNGUR ICE CAVE DEPOSITS**

Research of minerals in deposits Kungur ice cave has allowed to place (install), that the character of processes formation minerals in modern cfve to circumstances is a parameter of activity karst. Processes of dissolution, gidration carbonat and sulfat formation minerals in Kungur cave specifies an active phase of its evolution.

Минералого-петрографические исследования отложений Кунгурской пещеры, проводившиеся в 60-90-е гг. [1-20], позволили установить, что их основная часть формировалась за счет разрушения материнских пород (ангидритов, известняков, доломитов). Второстепенным источником их образования в пещере служат рыхлые покровные отложения, поступающие через органичные трубы и, возможно, речные отложения, попадающие в пещеру в половодье. Часть отложений имеет антропогенное происхождение [6].

Согласно классификации К. А. Горбуновой [7] все минеральные образования в составе пещерных отложений можно подразделить на слабо преобразованные коренные породы (следы физико-химического выветривания отмечаются только на их поверхности или по трещинам), и сильно измененные породы (первичные структуры, текстуры и минеральный состав сохранились в виде реликтов). Физико-химическое преобразование пород в процессе формирования пещеры сопровождается появлением новых отложений, при изучении генезиса которых необходимо установить источники компонентов осадка, способы их переноса и механизм осадконакопления.

В Кунгурской пещере распространены обломочные, глинистые, химические и в меньшей степени, биохимические, органические и техногенные отложения. Преобладают гравитационный, водный и криогенный способы переноса компонентов осадка, а механизм осадконакопления определяется фациальной обстановкой пещерного пространства.

С известной долей условности можно выделить гроты или зоны гротов с различным механизмом осадконакопления и минералообразования: зоны обрушения; зоны гротов под органичными трубами; зоны контакта коренных пород с отложениями, сформировавшимися в процессе физического выветривания; зоны гротов с насыщенными растворами; гроты с озерами; гроты с отрицательной температурой; зоны гротов с интенсивной капелью; зоны гротов с повышенной концентрацией аэрозольных частиц; зоны гротов с проложенными туристическими маршрутами. Каждая фациальная обстановка характеризуется определенным набором минералов.

Зоны обрушения. Для них характерны в основном гравитационные отложения разной размерности (глыбы, щебень, дресва), в той или иной мере обогащенные глиной [9, 20]; в настоящей работе они не рассматриваются.

Зоны гротов под органичными трубами. Отложения осыпей под органичными трубами формируются под влиянием гравитационных процессов (обрушение обломков пород, слагающих стены и потолок органичных труб, перемещение их под влиянием собственной силы тяжести); механического воздействия капающей воды на обломочный материал; частичного растворения минералов в горных породах под влиянием агрессивных растворов; физико-химического выветривания обломочного материала; кристаллизации новообразований в пустотах и в кавернах, возникших в процессе частичного растворения, а также на поверхности обломков; заполнения каверн глинистым и другим материалом. В результате всех этих процессов в осыпях формируются конкреции и связанные с ними секреты, а также "окатыши" – обломки пород размером меньше 5 см, возникшие под воздействием капающей воды. Для них характерна

округлая или неправильная форма со сглаженными поверхностями и пористо-кавернозная текстура. Состав окатышей доломитовый или известковый с пелитоморфной или микрозернистой структурой.

Некоторые окатыши под влиянием эффекта слипания глинистых частиц, насыщенных доломитовой "мукой" или кальцитом, образуют непрочные стяжения неправильной формы. Иногда в промежутках между слипшимися окатышами в стяжениях формируется гипс пластинчатой формы. Пустоты пор и каверн окатышей, расположенных в верхней зоне осыпей, заполнены глинистым материалом иногда с примесью гидроокислов железа и терригенного материала в виде единичных окатанных и полуокатанных зерен кварца размером 0,01-0,05 мм.

По мере смещения окатышей вниз по склону осыпей из зоны капели в менее влажные зоны в полостях начинается процесс кристаллизации кальцита, гипса, реже – целестина.

Изучение отложений осыпей проводилось визуально, с помощью рентгеноструктурного анализа (РСА) и под микроскопом в шлифах. При визуальном описании образцов отмечались окраска, внешний облик, крепость, трещиноватость, и другие признаки. Под микроскопом определялись структуры исследуемых образцов, уточнялся их минеральный состав, форма и размер зёрен породообразующих минералов, их взаимоотношение и особенности преобразования минералов (следы растворения, перекристаллизация, отложение новообразований и т. д.).

На поверхности осыпей наблюдаются новообразования, состоящие из мелких угловатых обломков размером от 2-12 мм, слабо сцементированные глинисто-карбонатным материалом, гипсом, реже – кальцитом. Состав обломков разнообразный: ангидрит, доломит, известняк, иногда – комочки глины, насыщенные алевритистой примесью. Эти новообразования описаны нами как стяжения [7]. При исследовании в шлифе под микроскопом установлено, что обломки доломита и известняков чаще всего характеризуются оолитовой структурой. Строение ооидов однородное или зональное. Зональность обусловлена чередованием пелитоморфных и мелкозернистых концентрически расположенных слойков карбонатного материала. Центральная часть ооидов иногда пуста.

В одном из стяжений, обнаруженном Е. П. Дорофеевым в гроте Крестовый, установлены новообразования целестина. Он приурочен к желвакообразной кальцитовой секреции неправильной формы размером 21x 32 мм. Структура стяжения изменяется от мелкозернистой до пелитоморфной, текстура пористо-кавернозная (размеры пустот 0,3-2,5 мм), комковатая, участками брекчиевидная. Стяжение представляет собой брекчию, сложенную несколькими окатышами коренных пород, сцементированных новообразованиями мелко- и микрозернистого кальцита. На это указывают пелитоморфные структуры отдельных комочков в центральной части, постепенно переходящие в микрозернистый кальцит на периферии, где размер зерен кальцита составляет 0,005-0,01 мм.

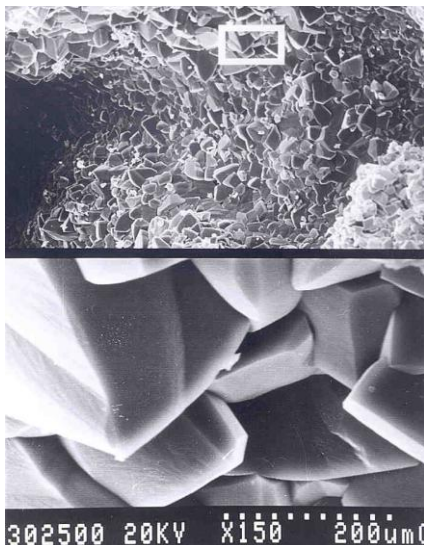


Рис.1. Электронная микрофотография. Четко видны рельефные зерна целестина

На фоне кальцита четко выделяются неправильные агрегаты, вероятно, заполнявшие часть пористо-кавернозного пространства (до 30%), представленные кристаллами целестина столбчатой, короткопризматической или, реже, неправильной формы размером 0,2-0,4 мм (рис. 1). Ранее возможность нахождения целестина в отложениях Кунгурской пещеры только предполагалась [14], так как в зонах гипергенеза и эпигенеза стронций обладает высокой подвижностью, по химическим свойствам он близок к кальцию и часто его изоморфно замещает. Выделения целестина в форме новообразований установлены еще в четырех пробах, отобранных из отложений Кунгурской пещеры.

Зоны контакта коренных пород с отложениями, сформировавшимися в процессе физического выветривания. Рыхлые грубодисперсные псаммито-мелко-псефитовые осыпи, накапливающиеся в трещинах и нишах у подножия стенок гротов, представляют собой полиминеральные образования. Они состоят в основном из остаточных продуктов физико-химического выветривания пород, слагающих стены и свода полостей.

В стенах гротов хорошо видны контакты гипса и доломитовых пачек. Здесь встречаются прослой селенита толщиной до 2-5 см. Формирование кристаллов гипса в твердой среде происходило на участках, где давление окружающих пород было меньше критического, гидратация вызывала увеличение объема исходного вещества – "разбухание", сопровождающееся пластическими деформациями, расслоением, образованием трещин. Зарождающиеся вторичные таблитчатые кристаллы гипса росли, отодвигая посторонние включения на периферию. В результате появлялись прозрачные и полупрозрачные пластины

до 10 см и более в поперечнике, вкрапленные в белый мелкозернистый гипс (ход Хрустальный). К западу от грота Вышка разрушенные прослои селенита образуют на полу некоторых ходов блестящие россыпи шестоватых кристаллов.

На контактах гипсов с известняково-доломитовыми породами встречены вкрапления таблитчатого гипса размером до 2 см. В гротах Бриллиантовом, Полярном, Вышка II, Хрустальный обнаружено марьино стекло. Отдельные кристаллы достигают 30 см в длину. Цвет белый, розовый, зеленоватый, серый. Некоторые кристаллы представляют чистый оптический гипс.

В гротах Географов, Перепутье, Вышке, Великан и в проходе за Бирюзовым озером обнаружены игольчатые кристаллы гипса. Длина их достигает 3 см, толщина 0,2 см. Чаще встречаются плоские иглы с прямоугольной вершиной. Они обычно нарастают друзами на корочках перекристаллизованного гипса. Конкреции со щетками игл длиной в 0,5 см найдены в гроте Руины. В гроте Колизей обнаружены чешуйчатые кристаллы гипса светло-коричневого цвета; в гротах Вышка, Космический, ходе Хрустальном – шестоватые кристаллы длиной 2-4 см, белые, полупрозрачные. В гротах Колизей, Великан и в ряде ходов часто встречаются двойниковые светло-коричневые кристаллы, иногда образующие сплошной слой, замещающий глину. В гроте Колизей, в ходах к западу от грота Смелых и к юго-западу от грота Грязного в глине обнаружены светло-коричневые дендриты, имеющие до 10 см в поперечнике. Наблюдаются случаи взламывания глинистой корочки растущими дендритами. Во влажную глину, заполняющую трещины или осевшую на обломках ангидрита и гипса, прорастают пучки полупрозрачных кристаллов, образующие коры толщиной до 3 см. Некоторые трещины, заполненные в прошлом глиной, полностью "залечены" вторичными кристаллами.

В гротах Грязный, Смелых, Геологов, Вышка поверхность стен местами покрыта корочками перекристаллизованного гипса, состоящего из мелких (0,05 см) кристаллов. В трещинах на кристаллической коре вторичного гипса, покрывающей стенки, встречаются призматические удлиненные и прозрачные игольчатые кристаллы гипса длиной до 3 см и толщиной до 0,2 см.

На стенках других трещин в гроте Грозный обнаружены коры из полупрозрачных гипсовых кристаллов. Длинные оси кристаллов ориентированы к поверхности коры, на которой выступают острые вершины. Над корой поднимаются кораллитовые наросты высотой до 4 см, образованные агрегатами гипсовых кристаллов с округленными вершинами. В изломе обнаруживается характерное двойниковое срастание кристаллов.

При инфильтрации атмосферных осадков глинистые частицы поступают по трещинам из вышележащей толщи, а также с поверхности. По данным РСА в составе глинистых отложений установлены: кварц, плагиоклазы, микроклин, доломит, кальцит, гипс, ангидрит, смектиты, иллит, хлорит, каолинит и другие более редкие минералы (аллофан, целестин и флюорит). Часто в них наблюдаются новообразования гипса.

Зоны гротов с насыщенными растворами. Кристаллические новообразования гипса, описанные Е. П. Дорофеевым [10] как хомогенные вторичные кристаллы, характеризуются разнообразием форм: игольчатой,

таблитчатой, шестоватой и двойниковой. Встречаются агрегатные образования гипса в виде конкреций, дендритов, друз, прослоек, корочек. Иногда отмечаются россыпи мелких кристаллов гипса.

В дополнение к уже известным можно добавить следующие формы новообразований гипса. При испарении конденсационных и инфильтрационных вод зарождаются и растут кристаллы в виде отдельных индивидов или их агрегатов на гипсово-ангидритовом основании. В северо-западной части грота Великан на стене описаны одиночные прозрачные кристаллы гипса удлинённо-призматической формы с ромбовидным сечением длиной до 8 мм. Между гротами Крестовый и Руины на стене около органной трубы обнаружен "гипсовый ёж" – радиально-лучистый агрегат, выросший из разноориентированных иголок. Из сульфатных растворов, медленно стекающих по стенкам трещин, кристаллизуется гипс-селенит. В гроте Грязный на северной стене описана трещина, заполненная гипсом: в основании видны удлинённые кристаллы пластинчатой формы размером до 6 мм по длинной оси, ориентированные перпендикулярно основанию. Верхняя граница кристаллов закруглена и селенит сменяется мелкозернистым сахаровидным гипсом типа "алебастра", загрязнённым серой глинистой пылью. Кристаллизация селенита на поверхностях наслоения или по трещинам придает породам полосчатые или сетчатые текстуры. Такие же образования наблюдались в гроте Крестовый в стене у потолка над осыпью.

В глинистом заполнителе и в обломочно-глинистых отложениях гипс кристаллизуется при испарении поровых сульфатно-кальциевых вод. Свободная циркуляция растворов практически отсутствует, а рост кристаллов гипса осуществляется за счёт диффузии, что отражается на их форме. Адсорбционные свойства глины изменяют концентрацию растворов, что приводит к смещению произведения растворимости, и кристаллизация новообразований гипса при этом возможна даже из первично ненасыщенных растворов.

В гротах Колизей и Перепутье описаны кристаллы гипса, образовавшиеся в глине, покрывающей горизонтальную полость в ангидритах. Кристаллы гипса образуют друзы из пластинчатых индивидов, размеры которых в основании не превышают 1 мм, расширяясь кверху. Размеры единичных пластинок достигают 10 мм по ширине и 25-35 мм по длинной оси. Гипс и кальцит кристаллизуются также в обломочных отложениях, цементируя их.

Кристаллизация кальцита в виде налётов и корочек наблюдается на гипсовых сильно пористых поверхностях при испарении плёночных сульфатно-гидрокарбонатных кальциевых вод на первой стадии их концентрации. Такие образования наблюдались на стенах северо-западнее грота Грязный. Они представлены тонко- и мелкозернистыми кальцитовыми корочками с сахаровидным сколом. Толщина корочек колеблется от 2-3 до 5 мм. Кальцитовые зерна светло-серого, молочно-белого цвета иногда с буровато-коричневым оттенком.

Спектрографический анализ кристаллов гипса показал постоянное присутствие в них стронция. В разных количествах имеются также Mg, Al, Fe,

Mn, связанные с наличием глинисто-доломитовых частиц и придающие кристаллам серую или коричневую окраску.

Гроты с озерами. Озёрные отложения представлены различными осадками, источниками которых являются продукты физико-химического выветривания коренных пород и минералы, кристаллизующиеся из озёрной воды, а также материал, занесённый рекой Сылва в половодье.

В зависимости от условий питания, сезона года, рельефа дна, удалённости от реки вода озёр имеет минерализацию 1,8-2,2 г/л и гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый состав. При повышении минерализации в озерах на поверхности воды, в донных осадках и на некоторых обломках начинается кристаллизация плёнок.

Кальцитовые и гипсово-кальцитовые плёнки на поверхности озёр описаны рядом исследователей [8, 12]. Они встречаются на всех озёрах Кунгурской пещеры, образуя в гротах Великан, Грязный, Длинный сплошные покровы, а в других гротах – отдельные пятна. Такое неравномерное распределение плёнок объясняется различной степенью водообмена и интенсивностью движения воздуха. В некоторых случаях плёнки можно считать сезонными образованиями, так как весной, в связи с притоком менее минерализованных вод, часть их растворяется.

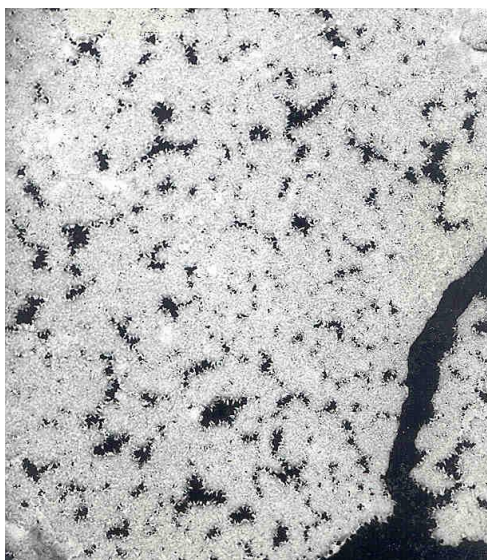


Рис. 2. Кальцитовая пленка с поверхности озера в гроте Великан (фото Е. П. Дорофеева)

При понижении уровня воды в озёрах плёнки остаются на прибрежных отложениях и их можно отобрать для исследования. В гроте Ночь Осенняя на высоте 3,0-3,5 м над уровнем озера отобран образец кальцитовой плёнки буровато-серого цвета, сложенный тонкими пластинками толщиной 0,01 мм.

Для него характерна микрозернистая структура и пористая кружевная текстура. Плёнка имеет буровато-коричневый цвет (за счёт значительной примеси глинистого материала).

Плёнка с поверхности озера грота Великан в его центральной части на 100% кальцитовая, микропористая, тонкозернистая с зёрнами не крупнее 0,01 мм. Исследование под микроскопом показало, что в составе плёнки имеются образования кальцита двух форм: для кристалликов первой генерации, служивших "затравками", характерны хорошо образованные грани размером 0,01 мм; вторая микрозернистая генерация кальцита (с размером зёрен не более 0,005 мм) выполняет роль цементирующей массы, которая скрепляет отдельные индивиды; при этом образуется сплошная пленка толщиной 0,02 мм..

В прибрежной части озера для пленки характерен доломитово-кальцитовый состав с примесью ангидрита, гипса и глинисто-терригенного материала (от 10 до 30%). Карбонатная часть состоит из тонкозернистых агрегатов с преобладанием кристаллов ромбоэдрической, тригонально-призматической и реже скаленоздрической формы размером 0,03-0,05 мм. Гипс представлен игольчатыми и пластинчатыми зёрнами, ангидрит характеризуется изометричным обликом зёрен размерами не более 0,01 мм и агрегатами из гипса и ангидрита, часто насыщенными глинисто-алевритовой примесью, в составе которой установлены кварц, плагиоклаз, микроклин, смектит, иллит, каолинит. По данным РСА соотношение глины и алеврита в примеси составляет 1 : 4,5.

Донные осадки исследованы в озёрах гротов Великан, Длинный, Лукина и Романтиков. Они представлены преимущественно обломками глинисто-карбонатного состава, в различной степени загипсованными, с примесью терригенного материала. Карбонаты чаще всего имеют доломитовый, реже кальцитовый состав, с примесью глинистого вещества и ангидрита. Иногда осадок уплотнён и собран в агрегаты, но чаще для него характерна полужидкая илистая форма с грубодисперсной структурой, с примесью алевритового материала, обломочная часть которого представлена кварцем (зерна хорошо окатаны, в некоторых случаях корродированы), микроклином, плагиоклазами (таблитчатой формы с пелитизированными или серицитизированными поверхностями), чешуйками хлорита; из минералов глин по данным РСА установлены иллиты, смектиты, каолиниты, корренсит и монтмориллониты. Обязательной примесью во всех донных осадках являются обломочки ангидрита размером 0,5-1,0 мм и новообразования гипса. Карбонатный материал характеризуется пелитоморфной структурой и чаще всего образует слабо литифицированные сгустки с примесью глины и единичных хорошо образованных ромбоэдров доломита.

Терригенно-глинистые озёрные осадки по минеральному составу близки к полиминеральным образованиям нижней части стенок полости. Они в разной степени кальцитизированы и загипсованы.

Со дна озера Великан поднят образец, который можно отнести к хемогенным образованиям. Он представлен новообразованным гипсом в виде корочки толщиной 3,5-5,0 мм с горизонтально-слоистой пористой текстурой и мелкозернистой структурой. Отмечается слабая реакция с соляной кислотой,

что указывает на присутствие примеси карбонатов. На поверхности слоев отмечаются редкие обломочки ангидрита размером 0,3-0,5 мм.

В зоне периодического обводнения у основания ангидритовых стен и упавших глыб встречаются россыпи кристаллов, образующие слой до 1 см. Состоят они из отпрепарированных в процессе растворения серых кристаллов ангидрита, иногда испытавших вторичную перекристаллизацию.

Гроты с отрицательной температурой. Согласно Е. П. Дорофееву [8] кристаллизация гипса и кальцита на поверхности льда происходит при его испарении в зимний период под влиянием потока морозного воздуха. При таянии льда остается "лунное молоко" – белая полужидкая масса, состоящая в основном из кристаллов гипса, иногда – кальцита с примесью частичек ангидрита, доломита, кварца, поступившей с каплюющей водой. При таянии сезонного льда полужидкая масса высыхает, превращаясь в рыхлые образования из микрокристаллов. Такие отложения установлены на полу гротов Крестовый, Руины, Скульптурный.

Россыпи кристаллов гипса с примесью кальцита на поверхности льда, вероятно, возникают в условиях режеляции. Кристаллизация начинается одновременно с замерзанием сульфатно-гидрокарбонатной кальциевой воды. При ее нулевой температуре растворимость гипса резко падает и часть сульфатов из раствора переходит в твердое состояние. Дальнейший рост кристаллов происходит в результате испарения льда, а также, вероятно, и в период его таяния¹.

На поверхности льда в гроте Полярный, в проходах между гротами Бриллиантовый, Полярный, Данте наблюдались россыпи в виде мучнистой массы или в форме хлопьевидных образований [2]. Для них характерна мелкокомковатая текстура; комочки легко распадаются и в некоторых случаях дают реакцию с соляной кислотой. В осадке остаются иголки и таблички гипсового состава (типа "лезвие бритвы") длиной от 0,01 до 0,13 мм по длинной оси, шириной 0,03 мм при толщине в тысячные доли миллиметра. Для табличек характерно ромбическое сечение. В некоторых случаях скопление иголок наблюдается в форме звездчатых агрегатов. Кальцит и доломит с примесью тонкозернистого кварца образуют сгустки округлой или неправильной формы размером 0,5-1,0 мм. Некоторые из них окрашены в темно-серый (за счет примеси органики в виде волокон, напоминающих углистое вещество), другие – в слабо кремовый цвет (за счет плёнок из гидроокислов железа).

В гроте перед Вышкой обнаружены рыхлые конкреции белого цвета, похожие на россыпь гороха с поперечником около 0,5 см. Некоторые из них имеют спутанно-волокнистое строение. Хрупкие сферолиты с выступающими концами игольчатых кристаллов ("гипсовые ежи") найдены в углублениях тающего льда в проходе Горе Толстяков. Материалом для образования послужила гипсовая "мука" – белая масса, оставшаяся на месте испарившегося и растаявшего льда. Первоначальные кристаллы с размерами около 0,10 мм

¹ см. статью В. Н. Андрейчука и Е. Галускина в настоящем сборнике (прим. ред.)

в полувлажном состоянии перекристаллизовались в лучи – иглы, веером расходящиеся от центров сферолитов, имеющих поперечник до 2 см. Единственная находка конкреций, опущенных ореолом белых радиально вытянутых тонких игл длиной 1 см, сделана в гроте Руины. Конкрекции располагались цепочкой на упавшем обломке пласта гипса вдоль "залеченной" трещины.

Зоны гротов с интенсивной капелью. В местах падения капель (грот Географов, проход между гротом Крестовый и Руины и др.) на глыбах образуются валики из мелких пластинок гипса, а на глинах – гипсовые "розы" и дендриты из полупрозрачных кристаллов (грот Колизей). Выступающие плоские заостренные вершины кристаллов располагаются концентрически, как лепестки роз; в дендритовых сростках они похожи на чешую рыб. В проходе у грота Грозного дендриты взломали наносные отложения, оставленные наводнениями прошлых лет. На выступах стен органной трубы в проходе между гротами Крестовый и Руины, в местах, где разбиваются капли воды, обнаружены сферолитовые образования диаметром 4-5 см, сложенные радиально вытянутыми белыми шестоватыми кристаллами гипса.

Зоны гротов с повышенной концентрацией аэрозольных частиц. Изучение аэрозольных образований Кунгурской пещеры начато недавно [3, 4, 11, 17, 18]. Установлено, что высокие концентрации аэрозолей характерны для более холодных частей гротов, при этом отмечается их значительная пульсация (до 40%). В их составе преобладают сажистые частицы диаметром до 1 мкм. Предполагается, что аэрозоли могут формироваться при отрыве мельчайших частиц породы от потолка и стенок с отрицательным уклоном, но количество их таково, что в течение года может образоваться слой толщиной в 2 мкм.

К аэрозольным образованиям нами отнесен гипсовый "мох" – сезонные новообразования тонкоигольчатых и волокнистых кристаллов длиной 1,5-4,5 см и диаметром около 0,01 мм, ориентированных относительно потолка под углом 70-85°. Кристаллы очень хрупкие, разрушаются в течение короткого времени (1-2 ч). Изучение под микроскопом, а затем исследования с помощью РСА показали, что в состав кристаллов входят: гипс – 86,8%, доломит – 10,7%, ангидрит – 2,5%. По нашим предположениям, новообразования такого типа могли кристаллизоваться в случае насыщения пещерных аэрозолей катионами кальция и сульфат-ионами, которые могли образовать твердую фазу на термическом барьере (при резком похолодании). Поэтому гипсовый "мох" формируется только в тупиковой части грота Полярный, там, где длительное время сохраняются низкие температуры, а сквозняки отсутствуют.

В марте 1998 г. был проведен повторный отбор волокнистых кристаллов в гроте Полярный и одному из авторов удалось привезти в герметично закрытом сосуде образцы хорошей сохранности. При исследовании волокон в иммерсионной жидкости было установлено, что показатель преломления кристаллов значительно ниже 1,541; в скрещенных николях минерал изотропен, а его параметры значительно отличаются от параметров гипса. Волокна минерала были идентифицированы методом РСА как тенардит (Na_2SO_4), который ранее в отложениях пещеры установлен не был (рис. 3).

Тенардит – типичное осадочное образование, возникающее в процессе кристаллизации из чистых водных растворов при температуре выше 32,4°C (при более низких температурах выпадает мирабилит) Так как тенардит заведомо не мог сформироваться в условиях Кунгурской пещеры (в гроте Полярный температура не превышает 0°C), естественно предположить, что первоначальный состав волокнистых новообразований был мирабилитовый.

Мирабилит $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ образуется в виде призматических кристаллов моноклинной сингонии, вытянутых по [010] или [001], бесцветный, прозрачный или мутно-белый. Твердость 1,5-2, очень хрупкий. Оптические свойства: двухосный, отрицательный; $n_g = 1,398$, $n_m = 1,396$, $n_p = 1,394$, $n_g - n_p = 0,004$. Такая величина двупреломления соответствует тёмно-серым, почти чёрным цветам интерференции. Хорошо растворяется в воде, соленый на вкус.



Рис.3. Кристаллы мирабилита

В зимний период рассол становится пересыщенным и из него выделяется мирабилит; с повышением температуры часть его, теряя воду, переходит в тенардит. При этом волокнистые кристаллы превращаются в мучнистую пыль, отдельные кристаллы которой под микроскопом имеют игольчатую форму и оптические константы, характерные для тенардита.

Находки мирабилита и тенардита в гроте Полярный являются показателем присутствия в пещере высоко насыщенных сульфатно-натриевых растворов. Выделения мирабилита установлены в шахте Майская (Сев. Кавказ), в пещерах Соляная (Кентукки, США), Фиттон (Арканзас, США) и др., а тенардит, как

продукт дегидратации мирабилита, обнаружен в пещере Винд Кейв (Южная Дакота, США [21]).

В гроте Смелых, в изолированных от потоков воздуха нишах обнаружены прозрачные нити длиной до 7 см, толщиной 0,1-0,2 мм. В комнатных условиях они через 1-2 мин. рассыпаются в белый порошок. Здесь же встречены экссудаты – белые шарики, образующие скопления, похожие на горох или просо. Они прикрепляются к сводам, растут на поверхности сухих глинистых отложений. Под бинокляром просматривается его спутанно-волоконистая структура. Возможно, нити и экссудаты появились в результате конденсации аэрозолей или их создают сульфатредуцирующие бактерии.

Зоны гротов с проложенными туристическими маршрутами При оборудовании туристских маршрутов в пещеру привнесено большое количество чуждых ей материалов (песок, щебень, цемент и пр. [1]). Это вызвало формирование специфических минеральных образований. Согласно рабочему журналу Е. П. Дорофеева в октябре 1975 г. в гротах Атлантида, Длинный, Романтиков, Хлебниковых проводились работы по ремонту каменной кладки. В ноябре там, где по кладке стекала вода, на выступах цемента появились белые трубчатые тонкостенные сталактиты-соломки длиной до 10 см. В апреле 1981 г. в проходе Длинный-Великан на стене ограждения обнаружены кальцитовые трубочки длиной 7-10 см и толщиной до 4 мм; на бетонной тропе появились высыпки кальцита, после высыхания обрабатываемые в белый порошок; под бинокляром в нем видны октаэдрические кристаллы кальцита. В декабре 1985 г. в проходе Резном из цемента каменной кладки вырос сталактит-трубочка длиной 30 см.

Кунгурский стационар проводил опыты по растворению в воде озера шуфов ангидрита с распилами, имитирующими залечиваемую гидратацией трещину. Через год после начала эксперимента от места распила начался рост призматических удлиненных и прозрачных игольчатых кристаллов гипса длиной до 3 см и толщиной до 0,2 см.

Минеральные образования Кунгурской Ледяной пещеры, представляя большую научную и эстетическую ценность, являются наиболее уязвимым компонентом подземного ландшафта, и поэтому нуждаются в особой охране.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрейчук В. Н. Антропогенные отложения Кунгурской пещеры // Минералы и отложения пещер и их практическое значение: Тез. докл. Пермь, 1989.
2. Андрейчук В. Н. Некоторые своеобразные отложения в Кунгурской пещере, связанные с ее оледенением. Там же.
3. Андрейчук В. Н. Аэрозоли в воздухе пещер: происхождение, распределение, эффекты // Свет. 1999. № 1 (21).
4. Андрейчук В. Н., Лукин В. С. Естественные предпосылки самоочищения подземной атмосферы // Свет. 2000. № 1 (21).
5. Горбунова К. А., Кунц Э. В. и др. Изучение состава акцессорных элементов в отложениях Кунгурской пещеры // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1970. Вып. 8-9.

6. Горбунова К. А., Максимович Н. Г., Шлыков В. Г. Минералы инфлювия Кунгурской пещеры // Современные проблемы геологии Западного Урала: Тез. докл. / Перм. ун-т. Пермь, 1995.

7. Горбунова К. А., Молоштанова Н. Е. и др. Геохимически измененные породы и вторичные минеральные образования Кунгурской пещеры // Кунгурская ледяная пещера / Перм. ун-т. Пермь, 1995. Вып. 1.

8. Дорофеев Е. П. Кальцитовые пленки и кристаллы гипса в Кунгурской пещере // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1966. Вып. 6(7).

9. Дорофеев Е. П. Обвалы в Кунгурской пещере и мероприятия по обеспечению безопасности экскурсий // Практическое использование пещер гипсового карста и их охрана в свете задач основных направлений народного хозяйства. Пермь, 1987.

10. Дорофеев Е. П. Кристаллические новообразования в Кунгурской пещере // Минералы и отложения пещер и их практическое значение: Тез. докл. Пермь, 1989.

11. Климчук А. Б., Наседкин В. М., Канингем К. И. Пещерные вторичные образования аэрозольного генезиса // Свет: Вестн. Киев. Карстол.-спелеол. центра. 1993. № 3 (9).

12. Кропачев А. М., Лунев В. Г. и др. Геохимия пещер. Сообщ.4. Геохимия марганца и титана в карстовом ландшафте Кунгурской ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 1974. Вып. 14/15.

13. Максимович Г. А. Кальцитовые пленки водоемов пещер гипсового и карбонатного карста // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1972. Вып. 12-13.

14. Молоштанова Н. Е. Минералого-петрографические исследования отложений Кунгурской ледяной пещеры // Научные чтения. IV Всеуральское совещание по подземным водам Урала и сопредельных территорий, посвященное 90-летию со дня рождения профессора Г. А. Максимовича: Тез. докл. Пермь, 1994.

15. Молоштанова Н. Е., Шлыков В. Г., Максимович Н. Г. Новообразование целестина в ледяной пещере // Кунгурская ледяная пещера / Перм. ун-т. Пермь, 1995. Вып. 1.

16. Молоштанова Н. Е., Шлыков В. Г., Яцына И. И. Минералы глин в отложениях Кунгурской ледяной пещеры // Современные проблемы геологии Западного Урала: Тез. докл. / Перм. ун-т. Пермь, 1995. С. 141.

17. Пашенко С. Э., Андреичук В. Н., Дублянский Ю. В. Аэрозоли в Кунгурской пещере // Пещеры. Итоги исследований: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. Пермь, 1993. Вып. 23-24.

18. Пашенко С. Э., Сабельфельд К. К. Атмосферный и техногенный аэрозоль (кинетические, электронно-зондовые и численные методы исследований). Новосибирск, 1992.

19. Старков Н. П., Горбунова К. А. К минералогии глин Кунгурской пещеры // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1971. Вып. 10-11.

20. Ферсман А. Е. К минералогии пещер // Природа. 1926. № 1-2.

21. Hill K., Forti P. Cave Minerals of the World. Sec. ed. Huntsville, Alabama, 1997.

22. Klimchouk A., Andrejchuk V. Breakdown development in cover beds, and landscape features induced by intratratral gypsum karst // Gypsum karst of the World. International Journal of Speleology. 1996. Vol. 25 (3-4).

БИОСПЕЛЕОЛОГИЯ

BYOSPELEOLOGY

А. Г. Коваль

Всероссийский НИИ защиты растений

ФАУНА ВИЛЛЯБУРУНСКОЙ ПЕЩЕРЫ В КРЫМУ

A. G. Koval

THE FAUNA OF THE VILLABURUNSKAYA CAVE OF THE CRIMEA

A new Crimean cave on the northern slope of the Villaburun Mountain has been described. 36 animal species of 4 types are recorded from the cave, including two new troglotibiotic species belonging to the families Carabidae and Staphylinidae. *Taurocimmerites dublanskii* Bel., the first member of the new genus, must be specially noted. This species is named after the famous karst investigator Prof. Victor N. Dublanskyi.

В 1992 г. при работе в Крыму в районе северных отрогов Ай-Петринской яйлы в одной из неизвестных нам пещер были начаты биоспелеологические исследования. Пещера оказалась интересной для зоологов. По устному сообщению известного исследователя крымских пещер В. Н. Дублянского, эта пещера отсутствует в кадастре пещер Крыма. И хотя, как позже выяснилось, пещера была известна некоторым спелеологам Севастополя и Бахчисарая под различными названиями, ее топосъемка и описание не проводились. Учитывая ценность пещеры, связанную с интересным видовым составом населяющих ее животных, и ее отсутствие в кадастре, было решено провести детальное исследование пещеры.

При подготовке к топосъемке использовались известные пособия [2,3], а также была получена консультация В. Н. Дублянского, которому мы выражаем глубокую признательность. Им же было предложено назвать пещеру Виллябурунской по одноименной горе, в которой и находится пещера. Топосъемка пещеры была проведена в июле 1996 г. В ней кроме автора участвовали В. А. Коваль и А. В. Коновалов.

Пещера находится на северном склоне горы Виллябурун на высоте 900 м над ур. м. В этом месте множество карров и карстовых воронок. Вход в пещеру находится на карровом поле в буковом лесу и начинается небольшим трещинным колодцем глубиной 7 м.

В нижней части колодца, заваленной обломками известняка, открывается

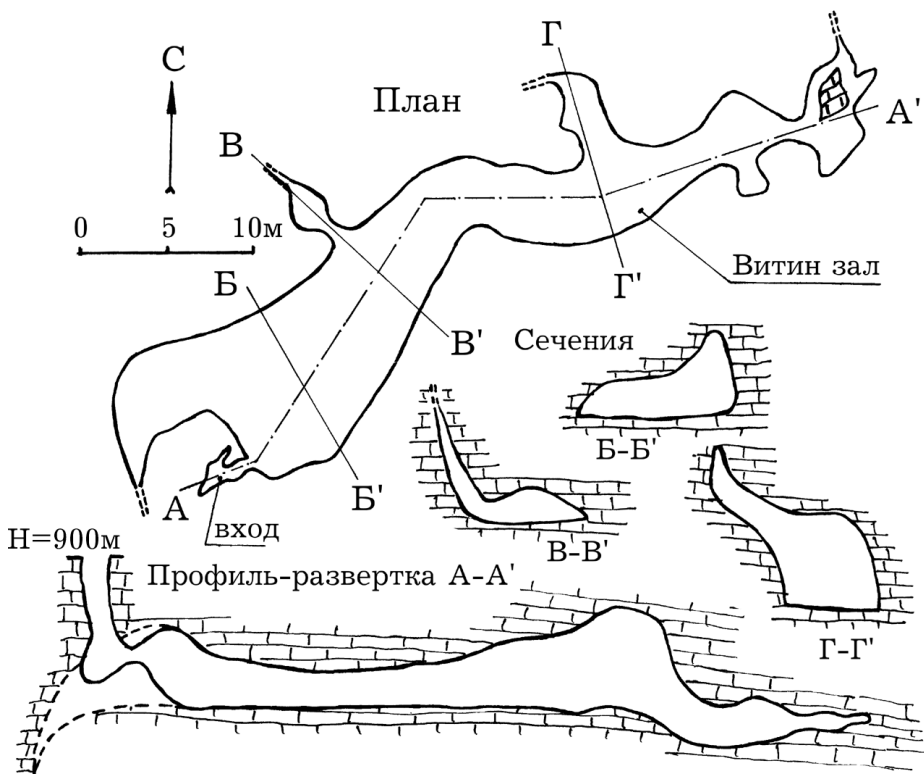


Рис. 1. Виллябурунская пещера

вход в горизонтальную часть пещеры, представляющую собой коридор с небольшими ответвлениями, заложенный по трещине с простираем СВ 70° (рис. 1). Дальняя часть коридора расширяется в зал со средней высотой 6 м, площадью 40 м^2 и объемом 160 м^3 . В своде зала имеется органная труба высотой до 10 м. Корни деревьев свидетельствуют, что эта часть пещеры близка к поверхности. Это подтверждает и резко усиливающийся при дождях капезж. Небольшие лужицы воды, отмечаемые в пещере, имеют инфильтрационно-конденсационное происхождение. Протяженность пещеры составляет 94 м, проективная длина – 84 м, глубина – 12 м, площадь – 280 м^2 , объем – 720 м^3 . Температура воздуха в пещере в разные периоды наблюдений и в разных ее частях колеблется от $5,5$ до $8,0^\circ$.

В 1992-1999 гг. в пещере были проведены биоспелеологические исследования. Пещерных животных (в основном членистоногих) собирали вручную и ловушками Барбера [5]. В определении материала по различным группам животных кроме автора принимали участие 18 специалистов, в основном из Санкт-Петербурга (СПб.), а также из Москвы (М.) и некоторых других городов. Многие из них являются ведущими специалистами по

соответствующим группам животных не только в России, но и в мире. Всем им автор выражает искреннюю благодарность.

Ниже в систематическом порядке приводится список животных из Виллябурунской пещеры.

ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ – ARTHROPODA

Insecta – насекомые

Coleoptera – жесткокрылые, или жуки

1. *Leiodidae – лейодиды* (опр. Я. Ружечка – Чехия, Прага)

1. *Choleva agilis* (Ill.)
2. *Catops nigricantoides* Rtt.
3. *C. fuliginosus* Er.

2. *Curculionidae – долгоносики* (опр. Б. А. Коротяев – СПб.)

Otiorhynchus pseudomias Hochh.

3. *Carabidae – жужелицы* (имаго опр. И. А. Белоусов, А. Г.Коваль – СПб, личинок – К. В.Макаров – М.)

1. *Carabus granulatus crimeensis* Breun.
2. *Pseudaphaenops jakobsoni* (Plig.)
3. *Trechus liopleurus jailensis* (Wink.)
4. *Taurocimmerites dublanskii* Bel.
5. *Pterostichus melanarius* Ill. (имаго и личинки)
6. *P. niger* (Schall.)
7. *Calathus melanocephalus* L.
8. *Platynus assimilis* (Pk.)

4. *Staphylinidae – стафилины* (опр. В. И. Гусаров – СПб.)

1. *Lathrimaeum atrocephalum* (Gyll.)
2. *Quedius curtipennis* Bh.
3. *Q. limbatus* Heer
4. *Aloconota mediterranea* G.Benick
5. *Ocalea* sp.

6. Новый вид жука-ощупника (*Pselaphinae*), описание находится в печати (опр. С. А. Курбатов – М)

Lepidoptera – чешуекрылые, или бабочки

Geometridae – пяденицы (опр. В. Г. Миронов – СПб.)

1. *Triphosa dubitata* L.

Hymenoptera – перепончатокрылые

Ichneumonidae – настоящие наездники (опр. Д. Р. Каспарян – СПб)

1. *Diphys quadripunctorius* Muell.

Trichoptera – ручейники

Limnephilidae (опр. В. Д. Иванов, В. Н. Григоренко – СПб.)

1. *Stenophylax permistus* McLach.
2. *S. meridionalis* Mal.

Diptera – двукрылые, или мухи

Heleomyzidae (опр. В. Мартинек – Чехия, Градец Кралове)

1. *Heteromyza atricornis* Mg.

2. *Eccoptomera emarginata* Lw.

3. *Scoliocentra amplicornis* Czerny

***Siphonaptera* – блохи (опр. С. Г. Медведев – СПб.)**

Hystriochopsyllidae

Stenophthalmus proximus (Wagner)

Leptopsyllidae

Leptopsylla taschenbergi (Wagner)

***Dermaptera* – кожистокрылые или уховертки**

Forficulidae (опр. Л. Н. Анисюткин – СПб.)

Forficula sp.

Arachnida – паукообразные

***Parasitiformis* – паразитиформные клещи**

Haemogamasidae (опр. О. Л. Макарова – М.)

1. *Haemogamasus nidi* Mich.

2. *H. hirsutosimilis* Will.

3. *Myonyssus gigas* (Oudem.)

4. *Eulaelaps stabularis* C.L.Koch

ТИП МОЛЛЮСКИ – MOLLUSCA

***Gastropoda* – брюхоногие, или улитки**

Gyriolimacidae (опр. П. В. Кияшко – Ростов-на-Дону)

Krynickillus melanocephalus Kalen.

ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ – ANNELIDES

***Oligochaeta* – олигохеты**

Lumbricidae – настоящие дождевые черви (опр. Т. С. Всеволодова-Перель – М.)

Eisenia fetida (Sav.)

ТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ – VERTEBRATA

***Mammalia* – млекопитающие**

***Chiroptera* – рукокрылые**

Vespertilionidae – гладконосые или обыкновенные летучие мыши (опр. П. П. Стрелков -СПб.)

Plecotus auritus L.- бурый ушан

***Rodentia* – грызуны**

Muridae – мышинные (опр. А. А. Яковлев – СПб.)

Apodemus silvaticus ciscaucasicus Ognev – лесная мышь

Кроме перечисленных животных были обнаружены и представители других групп. В частности, из насекомых пока не определены представители отрядов *Collembola* и *Diplura*. Кроме того, из других членистоногих в пещере встречались животные из классов *Crustacea* и *Myciropoda*.

Таким образом, в Виллябурунской пещере отмечено 36 видов животных, относящихся к 4 типам (без учета не определенных групп). При этом

большинство представителей фауны пещеры (32 вида) принадлежит к членистоногим, среди которых преобладают насекомые – 28 видов. Среди

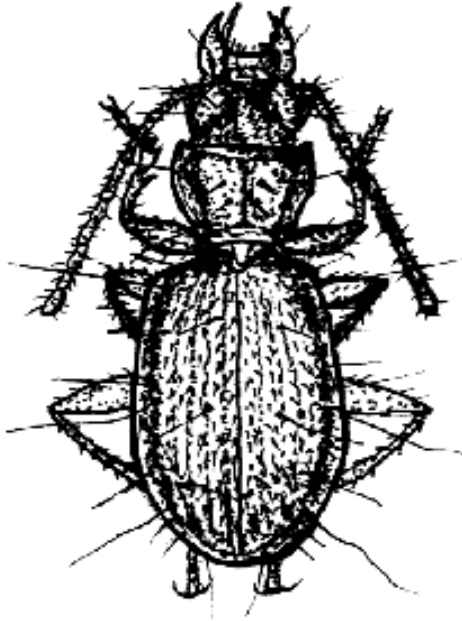


Рис. 2. Тавроциммеритес Дублянского (*Taurocimmerites dublanskii*) – недавно открытый новый род и вид жужелицы (Coleoptera, Carabidae, Trichini)

последних и сделаны наиболее интересные находки. Это два троглобионтных жука: тавроциммеритес Дублянского (*Tauro-cimmerites dublanskii*) – недавно описанный новый род и вид жужелицы [6], а также новый вид жука-ощупника (в печати). Особый интерес представляет тавроциммеритес Дублянского (рис. 2), названный в честь известного исследователя карста – профессора Виктора Николаевича Дублянского, очень много сделавшего для развития отечественной спелеологии и изучения пещер Крыма.

До нашей находки из пещер Крыма было известно только два слепых троглобионтных вида жужелиц из рода *Pseudaphaenops* – *P. tauricus* Wink. и *P. jakobsoni* Plig. Оба этих вида еще в начале XX в. были описаны из пещер Крыма [4, 7]. Обнаруженный нами третий троглобионтный вид жужелиц – представитель нового для науки рода *Taurocimmerites*. Ближайшие родственные группы (роды) известны с территории Кавказа и Турции.

Тавроциммеритес Дублянского – жук длиной около 3 мм, безглазый, депигментированный, с очень длинными щетинками (хетами), свидетельствующими о его пещерном образе жизни. Это очень редкий вид, так как с 1992 г. удалось собрать только несколько жуков (фактически только типовую серию).

Как показывает наш опыт изучения фаун пещер, для того чтобы добиться серьезных результатов в подобных исследованиях, работы в большинстве

пещер следует проводить 5-7, иногда 8-10 лет. При этом необходимо использовать различные методы сбора животных. Это связано с тем, что большинство троглобионтов, а иногда и троглофилов имеют низкую численность и активность, а часто – неизвестный жизненный цикл. К тому же они могут занимать в пещере очень узкую экологическую нишу, которая, как правило, может быть обнаружена только при многолетних исследованиях. И хотя биоспелеологические исследования в крымских пещерах проводятся уже около 100 лет, но замечание А. Я. Бирштейна, сделанное в 1963 г. о том, что в пещерах и других подземных пустотах горного Крыма обитает гораздо больше специфических видов, чем известно до сих пор [1], остается в силе. Подобные исследования необходимо продолжить как в данной пещере, так и в других пещерах Крыма.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Б и р ш т е й н А. Я. Исследование подземной фауны Крыма летом 1960 г. // Новости карстоведения и спелеологии. М., 1963. № 3.
2. Д у б л я н с к и й В. Н. Топографическое изучение карстовых полостей // Тр. Всесоюзн. совещ. по изучению карста. Пещеры. Пермь, 1963. Вып. 9.
3. Д у б л я н с к и й В. Н., И л ю х и н В. В. Путешествия под землей. М.: ФиС, 1981.
4. П л и г и н с к и й В. Г. К фауне пещер Крыма // Русс. энтомол. обозр. 1912. Т. 12. № 3.
5. V a r b e r H. S. Traps for cave-inhabiting insects // J. Elista Mitchell Sci. Soc. 1931. Vol. 46.
6. B e l o u s o v I. A. Le complexe generique de Nannotrechus Winkler du Caucase et de la Crimee (Coleoptera, Carabidae, Trechini). Sofia; Moscow; St. Petersburg: Pensoft, 1998.
7. W i n k l e r A. Ein neuer blinder Trechus aus der Krim // Koleopt. Rundsch. 1912. № 1.

АРХЕОЛОГИЯ

ARCHEOLOGIE

В. И. Юрин

ГНПЦ по охране исторического и культурного наследия
Челябинской области

СПЕЛЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

V. I. Yurin

SPELEOARCHEOLOGICAL RESEARCH IN SOUTERN URAL

Since 1995 it is begun continuous speleoarcheological inspection of territory of Southern Ural. It is revealed and is described 1168 cavities from which 43 are monuments of archeology, 28 – nature sanctuaries

С апреля 1995 г. под руководством автора статьи, по специальной методике начато сплошное спелеоархеологическое обследование территории Южного Урала. В первую очередь обследованию подвергались "пещерные" районы долин рек и озер.

В течение последних лет работы проводились в 15 районах Челябинской области (Агаповский, Аргаяшский, Ашинский, Еткульский, Каслинский, Катав-Ивановский, Кизильский, Кусинский, Нязепетровский, Саткинский, Сосновский, Троицкий, Увельский, на территориях, подчиненных городам Кыштым и Усть-Катав) и в 6 районах Республики Башкортостан (Баймакский, Белокатайский, Бурзянский, Дуванский, Кигинский, Салаватский). Обследованы отдельные участки долин рек Ай, Багаряк, Белая, Бия, Б. Багруш, Б. Кизил, Зюзелга, Каменка, Катав, Лаклы, Сим, Сухарыш, Танкал, Увелька, Уй, Улуир, Урал, Уфа, Худолаз, Шулемка, озер Иткуль и Касарги (до 60% территорий, потенциально перспективных в спелеоархеологическом плане). Осмотрены все обнаруженные поверхностные (гrotты, ниши, навесы) и подземные карстовые формы (пещеры длиной более 1 м).

В ходе работ спелеоархеологических экспедиций и отрядов обнаружено, осмотрено, описано и картографировано 1168 полостей, известных и неизвестных спелеологам, краеведам, геологам, археологам и местным жителям. Из них только 98 полостей учтено в перечне [1],

87 находятся в погребенном или полупогребенном состоянии, 43 являются памятниками археологии, 28 – памятниками природы. В 29 полостях впервые обнаружены археологические материалы всех исторических эпох (от палеолита до позднего средневековья). В ходе обследования наработана методика обнаружения погребенных и полупогребенных полостей [2].

По мнению автора, 376 полостей использовались человеком и содержат в рыхлых отложениях археологические материалы различных исторических эпох. В 20 полостях заложены разведочные шурфы и раскопы, в 15 из них уже обнаружены следы пребывания древнего человека (таблица).

Большинство пещер, особенно погребенных, скрывает в своих залах и коридорах большое количество научной информации. В большинстве полостей обнаружены кости животных и птиц. Во всех полостях имеются следы пребывания животных и птиц (лиса, барсук, волк, мелкие грызуны, коза, голубь, летучие мыши и др.), а также использования их человеком (кострища, битое стекло, гильзы, пули, капканы и др.).

В ходе исследований выявлено следующее:

Сведения об археологических памятниках, открытых в 1995-1998 гг.

Год	Обнаружено пещер	Учтено в [1]	Открыто впервые памятников археологии					Предполагаемый археологический памятник
			все -го	подъемный сбор / яма*	разбор завалов	шурф	раскоп	
1995	89	15	9	7 / 4		2		27
1996	464	33	4	1 / 1	1	2		146
1997	367	33	6	4 / 1	2			112
1998	248	17	10	7 / 3		2	1	91
Итого:	1168	98	29	19 / 9	3	6	1	376

*Подъемные сборы в 9 случаях произведены в любительско-грабительских ямах и их отвалах, в 3 – при разборке завалов

- пещер на Южном Урале значительно больше (в 5 и более раз), чем зафиксировано в перечне [1]. В долинах рек Ай, Сим, Юрюзань удобные полости встречаются почти каждые полкилометра);

- группы пещер различных размеров, форм и типов обнаружены во всех природно-географических зонах Южного Урала: здесь имеются карстовые, псевдокарстовые и искусственные подземные полости;

- мощность рыхлых отложений в полостях варьирует от 0,5 до 6 м, причем артефакты обнаружены до глубины 4 и более метров;

- примерно в сотне пещер обнаружены, а в 376 – предполагаются археологические материалы; это свидетельствует о том, что даже недостаточно удобные полости так или иначе использовались человеком, в местах же нахождения групп пещер в различные эпохи располагались стоянки, поселения, а также, возможно, культовые и ремесленные центры (Сикияз-Тамак, Сабакай-Камень);

- археологические материалы (особенно поздних эпох) часто встречаются прямо на современной поверхности: две трети из вновь обнаруженных пещерных памятников выявлены в результате сбора подъемного материала;

- все писаницы расположены вблизи пещер или у их входов;
- отсутствие в "пещерных" районах курганных и грунтовых могильников может служить аргументом в пользу гипотезы о существовании этих территориях пещерных захоронений различных эпох;
- установлено местонахождение "потерянного" пещерного памятника (пещера Усть-Айская), а также административная принадлежность некоторых пещерных памятников (пещеры Бурановская, Салаватова);
- к сожалению, до сих пор не налажена действенная охрана пещерных памятников (включая знаменитую Капову пещеру), памятники интенсивно посещаются, подвергаются разграблению и осквернению (пещеры Игнatieвская, Майская, Сухарышская-Сквозная II и др.).

В работе спелеоархеологических экспедиций приняли участие специалисты из Челябинска, Екатеринбурга, Уфы, Сатки, Усть-Катава, Катав-Ивановска, Москвы: археологи (А. Г. Горюнов, В. Н. Житенев, Н. М. Меньшенин, А. В. Пулов); спелеологи (В. П. Акиншин, А. К. Александров, С. М. Баранов., И. Ю. Бодунов, Л. П. Волков, П. В. Звягинцев, А. М. Курилкин, В. Н. Сетин, П. А. Сивинских); геологи (Е. А. Белгородский, Ю. И. Демин, Т. И. Таранина); палеозоологи (Н. Г. Ерохин, П. А. Косинцев, Р. М. Сатаев); зоологи (В. П. Снитько); энтомологи (Е. В. Зиновьев, М. П. Золотарев, М. В. Севостьянов); экологи (Н. А. Зенин, Б. К. Мифтахов); краеведы (В. П. Чернецов, В. И. Биев). К работе были привлечены школьники и учителя общеобразовательных школ Сатки, Челябинска, Усть-Катава, Златоуста, пос. Рудничный, сел Серпиевка, Кизильское, Грязнушинское и др. Большую помощь в реализации программы спелеоархеологического обследования территории Челябинской области оказал президент Ассоциации спелеологов Урала (АСУ) С. М. Баранов (г. Челябинск). Работы по сплошному спелеоархеологическому обследованию Южного Урала будут продолжены.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пещеры Урала и Приуралья (перечень по состоянию на 01.01.1992 г.) / И. А. Лавров, В. Н. Андрейчук. Пермь, 1992.
2. Ю р и н В. И. К методике первичного археологического и палеозоологического обследования подземных полостей // Пещеры. Пермь, 1999.

ОХРАНА ПЕЩЕР

PROTECTION OF CAVES

А. М. Маринин
Горно-Алтайский государственный университет

СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ СТРАНИЦЫ КРАСНОЙ КНИГИ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

A. M. Marinin
SPELEOLOGICAL PAGES OF THE RED BOOK OF THE ALTAI REPUBLIC

There are numerous forms of karst in the Altai, caves being of great attention for travellers and researchers. The academician P. S. Pallas was the first who began studying the caves. At present more than 400 caves are known in the Altai. They are situated at different sea-level from 350 m in the north to 2000-3000 m on glacial highland. Caves are formed in limestones and marbles of Proterozoic, Silurian and more seldom of Devonian and Carbonic formations. Morphometric data of caves vary from 5 m to 4,1 km. Some caves served as homes for an ancient man. Ust-Kanskaya, Maloyalomanskaya, Strashnaya, Denisova and the cave after A. P. Okladnikov are among them. These caves are of great scientific interest for archaeologists, paleontologists and paleogeographers. Out of 37 karst caves with the status of natural monuments 7 ones are introduced into the Red Book of the Altai Republic. They are presented in this publication.

Среди многочисленных карстовых форм Алтая объектом особого внимания путешественников и исследователей являются пещеры. Начало их изучению положил в XVIII в. академик П. С. Паллас. К настоящему времени накопились данные более чем о 400 пещерах. Положение их относительно уровня океана разнообразно – от 350 м у северного фаса гор до 2000-3000 м у ледникового высокогорья.

Пещеры развиты в известняках и мраморах протерозоя, кембрия, силура, реже – девона и карбона. Крайне редко они встречаются в доломитах и гипсах.

Длина пещер изменяется от 5 м до 4,1 км [31, 32, 40]. Самые длинные пещеры – Алтайская (4175 м), Кекташ (1720 м), Туткушская (1350 м), Музейная (850 м), Б. Каракокшинская (600 м) и Б. Чуйская (560 м); самые глубокие – Экологическая (345 м), Кекташ (340 м), Алтайская (240 м), СОАН-техническая (210 м), Туткушская (190 м).

Некоторые пещеры (Денисова, им. А. П. Окладникова, Малояломанская, Страшная, Усть-Канская) служили укрытиями древнего человека.

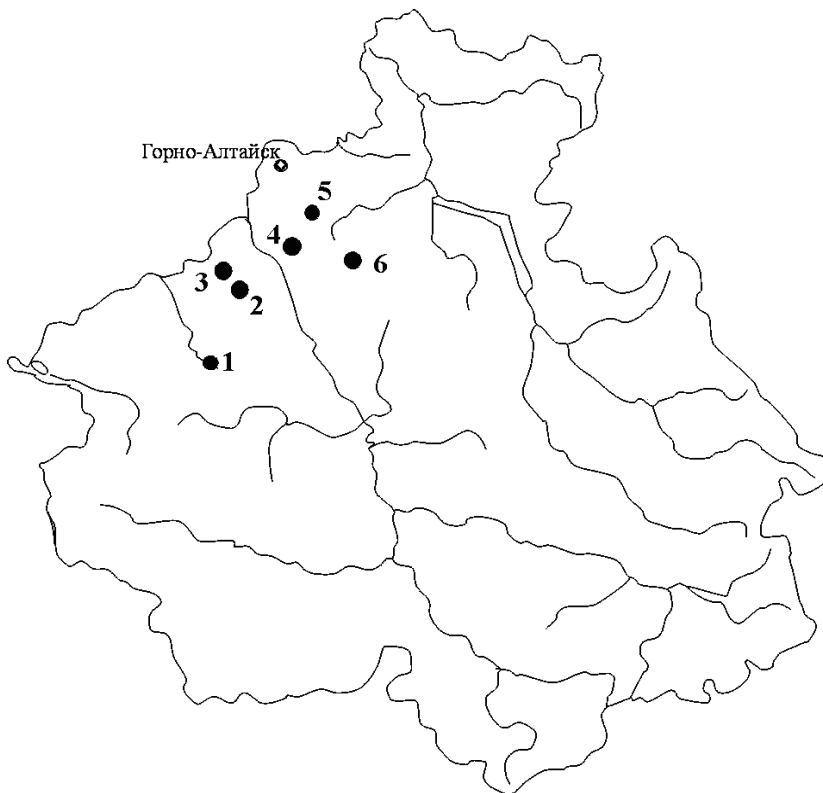


Рис. 1. Расположение особо охраняемых карстовых объектов Республики Алтай. Пещеры: 1- Музейная; 2 – Кульдукская, Талдинская арка; 3 – Экологическая, 4 – Каменная, 6 – Туткушская, 7 – Б. Каракокшинская

Памятниками природы Республики Алтай объявлены семь карстовых объектов, имеющих уникальную морфологию, натечное или ледяное убранство и несущих ценную палеоинформацию (рис. 1).

Пещера Музейная относится к группе Каракольских пещер, расположенных в бассейне верхнего Ануя (Усть-Канский район Республики Алтай). Местным жителям она известна давно под названием Ново-Каракольская. Ранние сведения о ней имеются у русского художника и мыслителя Н. К. Рериха [37]. В путевом дневнике "Алтай-Гималаи" он сообщал: "Около Черного Ануя на Караколе – пещеры. Глубина и протяженность их неизвестны. Есть там кости и надписи". По мнению А. П. Деревянко и В. И. Молодина [7], это сообщение касается знаменитой Денисовой пещеры, расположенной по Аную. Пещера впервые описана в 1966 г. К. П. Черняевой [41] (рис. 1).

Пещера находится в Усть-Канском районе, на правом склоне долины среднего течения р. Каракол, в Ануйском карстовом районе, в блоковом поднятии Ануйского хребта, лежащем на абсолютной высоте 1700-1900 м.

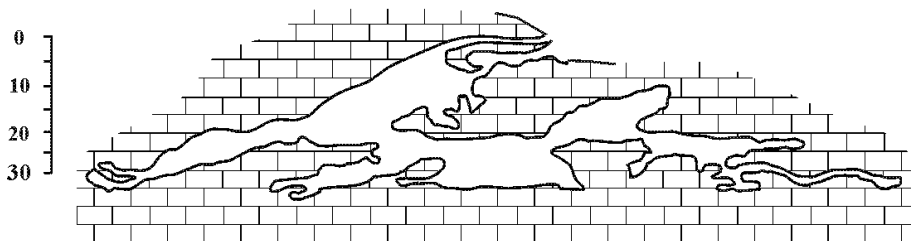


Рис. 2. Разрез-развертка Музейной пещеры

Вход в пещеру расположен у скалистого откоса северного склона массива на высоте около 200 м от уреза реки. Протяженность пещеры 850 м, глубина 27 м. Она открывается двумя отверстиями шириной 0,8-2,6 м и высотой до 0,5 м. Пещера заложена в серых известняках нижнего силура, разбитых системой тектонических трещин и представляет собой сочетание шести больших залов (Вестбюльный, Глиняный, Скелетный, Конференц-зал, Саркофагов, Музейный) и узких, низких проходов [1]. Боковые ответвления залов придают пещере древовидность.

В пещере известны остаточные, обвальные, водно-механические, водно-хемогенные, гляциогенные и органогенные отложения. Свидетелями подземных обвалов являются скопления глыб и карнизы как части бывших сводов (Конференц-зал, проход к залу Саркофагов). Карнизы имеют одну высоту над полом (1-1,5 м), их ширина 1-3,5 м. Тыловые участки обширных залов характеризуются скоплением кальцитовых натечных образований. Плотность и разнообразие натечно-капельных форм возрастают к периферийной части пещеры, максимального развития они достигают в зале Музейный. Здесь встречаются сталактиты; колонны в несколько десятков сантиметров высотой; сталагмитовые корки, нередко состоящие из сросшихся пизолитов (диаметр 0,3-2,2 см), кораллиты. На привходовом участке пещеры имеется покровный лед и другие ледяные образования. В гроте Глиняных цветов на рыхлом субстрате развиваются игольчатые ледяные кристаллы высотой 2-5 см, покрытые сверху тонким слоем красноватой глины. В пещерной глине найдены кости человека и некоторых животных.

Температурный режим пещеры изменяется от 0 до 7°C; ее обводнение происходит за счет проникновения талых вод через входные отверстия и инфильтрации воды по трещинам.

Как памятник природы пещера утверждена сессией Алтайского краевого Совета народных депутатов по Горно-Алтайской автономной области в 1978 г.

Его статус (III категория) подтвержден постановлением Правительства Республики Алтай 16.02.1996 г.

Состояние объекта – удовлетворительное. Полость подвергается засорению и частичному разрушению. Увеличение числа посетителей может привести к

исчезновению редких кальцитовых и ледяных форм. Необходимо разработать мероприятия по охране и оборудованию полости. Режим посещения – заповедно-рекреационный под контролем инструктора-проводника. Организация, ответственная за охрану, – Ассоциация "Ануй".

Пещера Каменная. Названа по Каменному логу в бассейне Верхней Маймы (Майминский район). Исследование пещеры связано с именем известного советского карстоведа и физикогеографа профессора Н. А. Гвоздецкого. В 1974 г. на скальном откосе, слева от входа пещеру, им обнаружены и описаны редкие микроформы, названные структурными каррами [4, 30]. А. Н. Тупотилова описала и закартировала полость в 1963 г. [39]. Пещера упоминается в путеводителях и каталоге пещер Алтая [11, 29]. Пещера расположена в 7 км к юго-западу от с. Бирюля, в крутом левом борту лога Каменный. Вход в неё находится на высоте 150 м над дном лога. Протяженность пещеры 125 м, она слабонаклонная, горизонтальная, амплитуда 4 м. До 1976 г. считалась крупнейшей на Алтае [28].

Входное арочное отверстие 3,0x3,5 м ведет в тоннелеобразный коридор, длиной 20 м, который, плавно сужаясь, сменяется вначале гротом, а затем залом шириной 3-4 м, высотой 4-6 м. Выше их пещера ветвится на два щелевидных хода. Продольный разрез пещеры характеризуется резкими перепадами от 0,5 до 6 м. Пол пещеры слабо наклонен к устью. Полость выработана по субмеридиональным трещинам. Линиям их пересечения соответствуют более широкие и объемные участки пещеры.

В пещере имеются гравитационные, водно-хемогенные и гляциогенные отложения. Большую научную и эстетическую ценность представляют сталактиты в виде хрупких пустотелых трубочек длиной до 25 см. Необычны кораллообразные сталактиты и сталагмиты. Их разнообразие и уникальность определили название пещеры. Она слабо обводнена; капель в ней инфильтрационная и конденсационная. Летом температура пещерного воздуха 5-7°C.

В пещере обитают два вида летучих мышей: водяная ночница (*Myotis daubentoni*) и большой трубконос (*Murina leucogaster*), которые встречаются преимущественно в тыльной части пещеры над карниза-ми на высоте до 2,5 м [14, 19]. Оба вида относятся к редким, неизученным. В 1975 г. на зимовке находилось 12 особей, а в 1987 г. – 9.

Как памятник природы пещера утверждена сессией Алтайского краевого Совета народных депутатов в 1978 г. Его статус (III категория) подтвержден постановлением Правительства Республики Алтай 16.02.1996 г. В 1996 г. рекомендована в Красную книгу Республики Алтай. Состояние объекта – удовлетворительное. Пещера находится в зоне повышенного рекреационного освоения. За туристский сезон ее посещают 300-400 чел. Учитывая малый объем пещеры и важность ее как экологической ниши малоизученных редких рукокрылых, необходимо сбалансировать число посетителей, запретить использование факелов при осмотре пещеры, установить аншлаги с обозначением памятника природы. Режим посещения – рекреационно-заповедный. Организация, ответственная за охрану – лесхоз "Майминский".

Пещера Туткушская. "Тут-Куш" – ловушка для птиц. Охотники подметили, что в отверстие входной шахты, как в западню, попадают выводки птенцов. По другой версии название пещеры пошло от речки Тут-Куш [22]. У местных жителей подобные полости – пристанища духов предков; обычно они овеяны легендами и считаются неприкосновенными. Аура духовности здесь играет положительную роль, обеспечивая их защитой. В 80-е гг. выяснены морфологические особенности Туткушской пещеры [34-36]. Ее изучали спелеологи Бийска, Новокузнецка, Новосибирска [14].

Пещера находится в верховье р. Куюм, правого притока р. Катунь, в Катунском карстовом районе (Чемальский район).

Вход в пещеру расположен на выровненном приводораздельном участке правого склона долины р. Куюм, на высоте 450-500 м, у истока небольшой речки Тут-Куш. Район сложен сильно дислоцированными протерозойскими и кембрийскими известняками, прорванными интрузиями гранитов и кварцитов. Протяженность пещеры 1350 м, глубина 190 м.

Входной колодец глубиной 17 м, с поперечником 2,5x4 м приводит к наклонному (35-40°) магистральному тоннелю, заложенному по тектоническим трещинам с простиранием 20-40° и 330-350° (рис. 2). В него открываются слепые боковые проходы и органные трубы. Начальный отрезок тоннеля – субгоризонтальный, линейно вытянутый, уступчатый; средний – горизонтальный с колодцами глубиной 7 и 13 м; тыловой – удлиненный слабонаклонный, приводящий в обширный Озерный грот с тремя вытянутыми цепью озерами. Самое крупное – Сифонное, (длина 20 м, ширина до 7 м, глубина 2,5 м, объем более 300 м³), занимающее по размерам первое место среди пещерных озер Алтая. Озеро питается инфильтрационными водами; их температура около 8°C. Режим озера не изучен. В течение последних 10 лет оно трижды исчезало и возникало. Температура воздуха в пещере 3-7°C.

В привходовых гротах доминируют обвально-осыпные отложения, а в тыловой части преобладает остаточная глина. Широко распространены водные хемогенные отложения, сложенные кальцитом (сталактиты, драпировки, гуры, пещерный жемчуг).

В пещере обнаружено около 100 костей наземных позвоночных [34]: зайца-беляка, восточно-азиатской мыши, бурого медведя, соболя, колонка, барсука, рыси, косули и др. В пещере обитают усатая ночница (*Myotis mystacinus*), водяная ночница (*M. daubentoni*), северный кожанок (*Vespertilio nilssoni*) [19]. У нескольких усатых ночниц выявлены проявления альбинизма – белые пятна на спине и груди; белый окрас имеют также концы крыльев.

Как памятник природы пещера утверждена сессией Алтайского краевого Совета народных депутатов по Горно-Алтайской автономной области в 1978 г. Его статус (III категория) подтвержден постановлением Правительства Республики Алтай 16.02.1996 г. Состояние объекта – удовлетворительное. Ежегодно пещеру посещает более 300 человек. Полость и ее кальцитовое убранство страдают от посещения самодельных туристов: уничтожены сталагмиты в привходовом гроте, разграблен пещерный жемчуг в гурах, уменьшилась численность летучих мышей. Необходимо разработать нормы

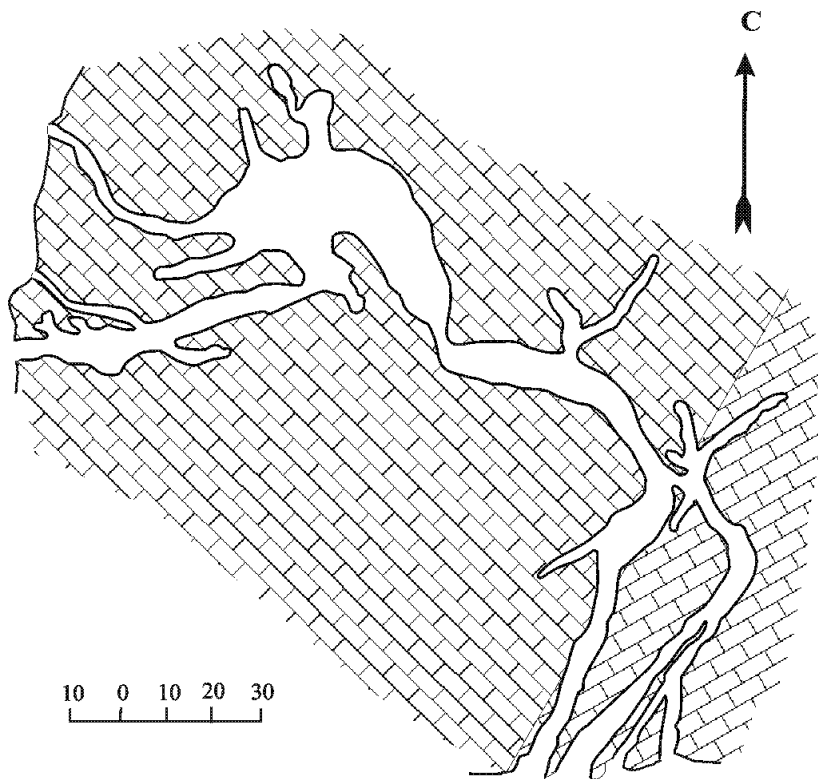


Рис. 2. План пещеры Большая Каракокшинская

нагрузки на подземный ландшафт, провести ограждение входа пещеры, обозначить ее природоохранным аншлагом.

Пещера Большая Каракокшинская. Названа по р. Каракокша в бассейне р. Бии (Чемальский район). Давно известна местным охотникам и проводникам [5, 29]. Описана А. Н. Климонтовой и Л. С. Неустроевой [13]. Сведения о ней имеются в каталоге пещер Алтая и многих туристических справочниках [2, 28, 33]. Пещера заложена в массиве мраморизованных светло-серых кембрийских известняков северного макросклона хребта Иолго, относящемуся к Катунскому карстовому району.

Полость находится на высоте около 2000 м над уровнем моря. Протяженность пещеры 600 м. План ее древовидный с линейным магистральным ходом. Пещера сквозная и среди подобных крупнейшая на Алтае. Она имеет четыре входа и малодоступное окно. Залы с боковыми ответвлениями – система широко ориентированных горизонтальных полостей. Пещера имеет два этажа, соединенных колодцами. Первый этаж – низкий, с водоотком, слабо изучен. Второй – высокий (2-5 м), а Зал Орла имеет высоту 7 м. Подземные каналы развиты по густой сетке тектонических трещин северо-западного и северо-восточного направлений. В местах их

пересечения образуются гроты и крупные залы.

В нижних привходовых коридорах имеются обвальные глыбовые отложения. В составе тяжелой фракции пещерного аллювия выявлены гранат, полевой шпат, пирит, халькопирит, мусковит и другие минералы. Сталактиты длиной 3-4 см и карбонатные натеки встречаются редко. Температура воздуха в пещере 0,3-7°C. По нижнему этажу под глыбами протекает подземная река, вода которой в период весеннего половодья выбрасывается по вертикальным трещинам и каналам на второй этаж, где образует временные водотоки и озера. А. Н. Климонтова, Л. С. Неустроева, посетившие пещеру в разные сезоны, пишут: "В левой части грота расположено несколько ниш. Дно их покрыто водой и сквозь нее просматриваются округлые отверстия диаметром 0,3-0,5 м. Через эти колодцы снизу в грот поступает вода. Трехметровый шест, опущенный в один из колодцев, не достиг дна. Летом 1972 г. после двухнедельного дождя уровень воды поднялся здесь на 2,5 м. Временное озеро в этом случае заполняет весь грот, и дальнейшее продвижение возможно только вплавь" [13]. Животное население изучено слабо. Возможно обитание редких видов из классов млекопитающих, птиц и насекомых. Летом окрестности пещеры – места обитания довольно редкой длинноухой летучей мыши – усатой ночницы (*Myotis mystacinus*) [19, 20]. В 1996 г. в пещере отмечены две особи.

Пещера Большая Каракокшинская – одна из наиболее высоко расположенных пещер Северо-Восточного Алтая. Как памятник природы утверждена сессией Алтайского краевого Совета народных депутатов по Горно-Алтайской автономной области в 1978 г. Статус памятника природы (III категория) подтвержден постановлением Правительства Республики Алтай от 16.02.1996 г. Состояние объекта: удовлетворительное. Район подвергается антропогенному воздействию (плановый и самодеятельный туризм, отгонно-пастбищное животноводство), на его экологическое состояние влияют полеты космических ракет (загрязнение компонентами ракетного топлива). Необходимо разработать мероприятия по охране пещеры и сохранению чистоты карстовых вод, обозначить и оборудовать охраняемый объект в соответствии с его статусом. Режим посещения – заповедно-рекреационный, под контролем инструктора. Организация, ответственная за охрану – лесхоз "Чойский".

Кульдюкская пещера. Открыта экспедицией спелеологов Горно-Алтайского педагогического института [26], название получила от ручья Кульдюк, правого притока р. Куела (бассейн р. Сема). Она находится в Алтайском карстовом районе, на Чергинском хребте между верховьями р. Куела и логом Адарда (Шебалинский район).

Вход в пещеру имеет почти квадратную форму и расположен на правом склоне долины р. Черга, на высоте 300 м. Пещера заложена в мраморизованных известняках среднего кембрия. Протяженность пещеры 150 м (рис. 3).

Полость построена относительно просто и состоит из четырех частей: привходовой арочной, боковой сквозной коридорной, грота Алтай и грота Люстра, сформировавшегося в толще покровного льда. Их морфология

определена трещиноватостью известняков. Центральное место принадлежит гроту Алтай, который имеет субширотное простирание. В продольном профиле он имеет вид большой ладьи с приподнятыми на 17-25 м западным и восточным концами. Грот наполовину заполнен покровным льдом мощностью 3-15 м и объемом до 7200 м³. Гидрогенный лед, который питают воды зоны аэрации, составляет примерно 95% массы льда; 5% льда возникают от накопления снега, опадания ледяных сталактитов и коры обледенения. Грот Люстра, представляющий как бы нижний этаж пещеры, результат абляции нижней части покровного льда. Площадь его 270 м². Украшает грот 11-метровая ледяная колонна, пластика которой разнообразна и причудлива. С 1980 года вход в грот Люстра перекрыт покровным льдом. В пещере кроме покровного льда развиты обвальные, остаточные, и водные хемогенные отложения. Верхняя часть пещеры теплая (0,5-2°С), нижняя – холодная (-1°С). Климатический режим пещеры очень сложен и пока изучен слабо.

Кульдюкская ледяная пещера – уникальный спелеологический объект, по своему убранству превосходящий ледовые скопления в других пещерах России. Если высота их ледяных колонн составляет 2-4 м, вековые толщи покровного льда – 3-4 м [18, 24], то в Кульдюкской они достигают соответственно 17 и 20 м [30]. В ней находится самое большое из известных скоплений пещерных льдов России площадью 510 м² и средней мощностью 15 м. Кульдюкская пещера, являясь хранилищем подземного льда, образует самую северную границу его распространения и имеет наиболее низкий (750-800 м) уровень высотного положения льда относительно конечных границ ледников Алтая (в 1970 г. – 3120 м).

В пещере гнездятся дикие голуби, обитают редкие и практически не изученные летучие мыши: прудовая ночница (*Myotis dasycneme*), водяная ночница (*M. daubentoni*), северный кожанок (*Vespertilio nilssoni*) [19, 20]. Эти виды летучих мышей внесены в Красную книгу Республики Алтай [14]. Во льду отмечены вмерзшие кости животных.

Пещера объявлена памятником природы Алтайского края и Горно-Алтайской автономной области в 1978 и 1980 гг. С 1996 г. – памятник природы Республики Алтай. Имеется ходатайство Правительства Республики Алтай перед Правительством Российской Федерации о придании памятнику статуса памятника федерального значения (III категория). Состояние объекта – удовлетворительное. В последние годы приток туристов вызвал разрушение части ледяных занавесов и сталагмитов в гроте Алтай. Отмечены случаи отлова летучих мышей и диких голубей. Следует организовать стационарные наблюдения за природным комплексом. Ближайшими мерами по охране являются: создание постов, оборудованных приборами, регламентирование экскурсионного посещения; обозначение пещеры аншлагами. Режим посещения – заповедно-рекреационный под контролем инструктора-проводника. Организация, ответственная за охрану, – Алтайское экспериментальное хозяйство (с. Черга).

Талдинская карстовая арка. Природные арки являются недолговечными поверхностными формами карста. До середины XX в. сведения о карстовых арках в сводных трудах отечественных специалистов

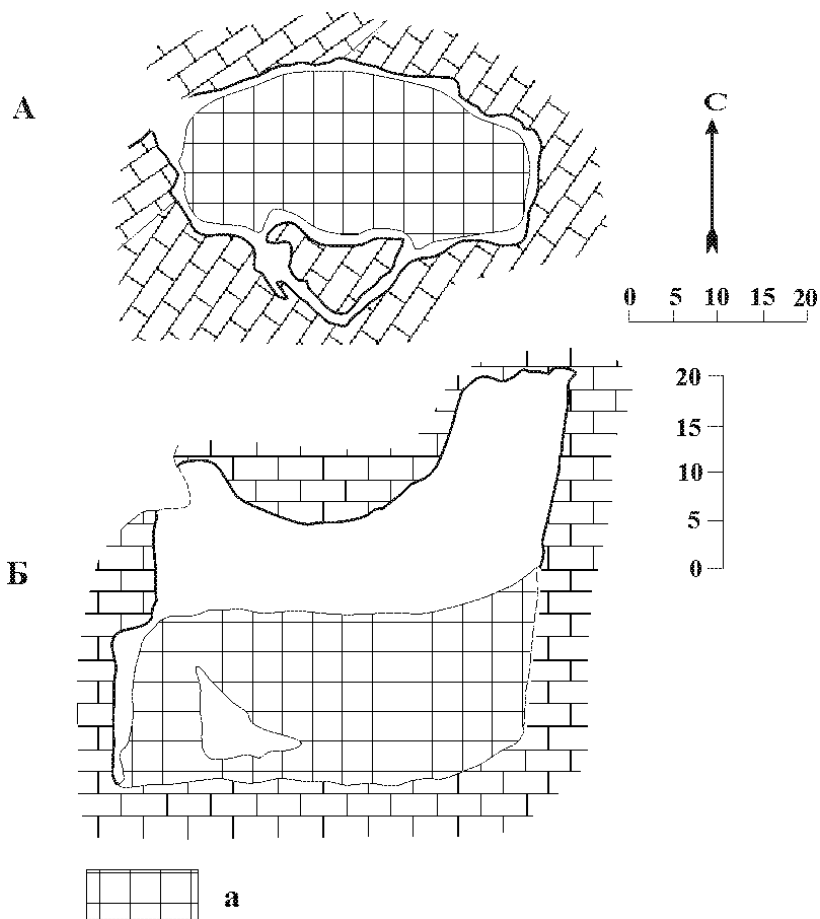


Рис. 3. План (А) и разрез (Б) пещеры Кульдукская: а – лед

отсутствовали [3, 12, 16]. Лишь в конце 50-х гг. Г. А. Максимович и К. А. Горбунова [24] описали их на Урале и в Приуралье. Позднее география их расширилась и охватила возвышенности Восточно-Европейской равнины, горы Кавказа, Крыма, Средней Азии и Южной Сибири. На Алтае карстовых арк более 10, они имеют ограниченный ареал распространения, охватывающий в основном низгорье [26, 30]. Талдинская арка получила название от исчезнувшего поселения Талда. Краткие данные о ней приведены в работе М. И. Крота [15].

Талдинская карстовая арка находится в Алтайском карстовом районе, на восточной периферии Семинского хребта (Шебалинский район). Эта редкая карстовая форма расположена на левом берегу р. Катунь, в 3 км севернее поселка Известковый, на высоте около 80 м над урезом воды р. Катунь (абсолютная высота 700-800 м).

Арка заложена в южном конце крутой скалистой гряды, сложенной кембрийскими известняками, протягивающимися узкой полосой с юга на север на расстояние более 100 м. Высота гряды относительно дна котловины колеблется от 3 до 10 м, а отдельные выступы поднимаются до 30 м. Известняки гряды разбиты трещинами с простиранием 70-90°. Арка образовалась из пещеры, которая частично располагалась на месте соседней котловины. Пещера имела длину не более 40 м и отличалась простым строением. Затем потолок западной части пещеры разрушился, несколько позднее сnivelировались стены. Обломочный материал выносился в сторону реки, и только отдельные крупные глыбы сохранились у бортов котловины. Арка имеет асимметрично овальную форму. Ширина сквозного отверстия колеблется от 7 до 13 м, высота от 3 до 5 м. Свод арки толщиной в 5 м покрыт редкой травянисто-кустарниковой растительностью и соснами. Пол наклонен на восток под углом 10° и усыпан обломками известняка. Потолок и стены неровные, с углублениями, трещинами и кавернами. От основного ствола арки под азимутом 310° отходит сквозной проход. Ширина его 2-5 м, высота 2,5 м и длина 10 м. Образовались они одновременно.

Как памятник природы утверждена сессией Алтайского краевого Совета народных депутатов в 1978 г. Статус памятника природы (III категория) подтвержден постановлением Правительства Республики Алтай от 16.02.1996 г. Состояние объекта – удовлетворительное. Это наиболее популярная карстовая форма на детских и взрослых туристических маршрутах по долине р. Катунь. В летний сезон арку посещают более 2-х тыс. человек. Режим посещения – заповедно-рекреационный. Во избежание чрезмерной нагрузки на объект необходимо разработать сбалансированную систему посещения, правила поведения; оборудовать территорию охранной информацией. Организация, ответственная за охрану, – лесхоз "Шебалинский".

Карстовая шахта Экологическая. Первые географические сведения о шахте получены в 60-х гг. при обследовании карста близ с. Камышла [25-28]. Первоначальное название её Кек-Таш ("синий камень", алт.). Известняки кембрия здесь действительно имеют синий цвет, особенно ярко проявляющийся на влажной полированной поверхности горной породы. Название "Экологическая" появилось позднее и дано алтайскими спелеологами. Оно прочно закрепилось в научной литературе [19, 20, 29].

Шахта находится на востоке Северо-Западного Алтая, на левом берегу р. Катунь, в верховьях притока р. Камышла, в 17 км от с. Камлак (Шебалинский район). Она заложена в мраморизованных венд-кембрийских известняках, слагающих центральную часть Катунского антиклинория и разбитых разломами с простиранием 50-70 и 290-320°. Она схожа с аналогичными полостями Восточного Саяна и Большого Кавказа [8, 40], имеет протяженность 1750 м и глубину 345 м.

Вход в шахту щелевидный, скрытый среди глыб известняка на дне оврага Ялаткин. Местный базис эрозии – лог Ак-Таш. Ныне часть стока (весенний расход до 2-3 м³/с) перехватывается шахтой. Вода образует периодический водопад, названный Чистым.

Вертикальное сечение полости – каскадное. Шахта состоит из десяти гротов и колодцев, соединенных длинными наклонно-ступенчатыми проходами. Самый значительный – грот Мрачный (площадь свыше 200 м², высота 25-35 м), на дне которого нагромождены глыбы известняка. На глубине 287 м располагается колодец НЭТИ, который заканчивается слепо на отметке 345 м. Шахта Экологическая, подобно самой высокой вершине г. Белуха, представляет собой своеобразный символ Алтая.

Вопрос о внесении карстовой шахты Экологическая в список охраняемых объектов поставлен кафедрой физической географии Горно-Алтайского государственного университета в 1994 г. С 1996 г. шахта утверждена памятником природы Республики Алтай (статус – III категория). В 1997 г. участники научной конференции "Особо охраняемые природные территории и объекты Республики Алтай и горных систем центра Евразии" внесли предложение о повышении ее статуса до федерального уровня как самой глубокой шахты России в палеозойских структурах. Состояние объекта – удовлетворительное. Шахта является спортивным объектом (категорийность маршрута – 3Б). В шахте наблюдаются засорение и изменения пещерных отложений. Необходимо организовать контроль за ее состоянием как уникального карстологического, гидрологического и гидрогеологического объекта, наметить пути по рекреационному освоению, провести работу по благоустройству и информационному оформлению (возведение ограждения от случайного попадания в шахту животных, оборудование мест стоянок туристов, установка природоохранных знаков). Режим посещения – заповедно-рекреационный под контролем инструктора-проводника. Организация, ответственная за охрану – Алтайское экспериментальное хозяйство (с. Черга).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В и с т и н г а у з е н В. К. Спелеоархеология Алтая // Археология и этнография Алтая. Барнаул, 1982.
2. В и с т и н г а у з е н В. К. Спелеомаршруты // Туристские районы СССР. Алтайский край. М.: Профиздат, 1987.
3. Г в о з д е ц к и й Н. А. Карст. М.: Географгиз, 1954.
4. Г в о з д е ц к и й Н. А. О новом типе карров, встречаемых в Горном Алтае // Вест. МГУ. Геогр., 1975. № 5.
5. Г в о з д е ц к и й Н. А., М а р и н и н А. М. Карстовые районы и типы карста Алтая // Геоморфология. М., 1974. №4.
6. Г в о з д е ц к и й Н. А., М а р и н и н А. М. Карст Алтая // Землеведение. Нов. серия. М., 1976. Т. 11 (51).
7. Д е р е в я н к о А. П., М о л о д и н В. И. Денисова пещера. Новосибирск: Наука, 1994.
8. Д у б л я н с к и й В. Н. Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР // Изв. геогр. об-ва. 1969. Т. 101. Вып. 1.
9. Д у б л я н с к и й В. Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. Л.: Наука, 1977.
10. Д у б л я н с к и й В. Н., И л ю х и н В. В. Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР. М.: Наука, 1982.
11. Ж а р к о в М. А. Туристические маршруты по Горному Алтаю. Горно-Алтайск, 1957.
12. З а й ц е в И. К. Вопросы изучения карста СССР. М.: Госгеолиздат, 1940.

13. Климонтова А. Н., Неустроева Л. С. Каракокшинские пещеры // Некоторые проблемы географии Горного Алтая. Барнаул, 1975.
14. Красная книга Республики Алтай (животные). Новосибирск, 1996.
15. Крот М. И. Талдинские пещеры // Изв. Зап. Сиб. отдела РГО. Омск, 1926. Т. 5.
16. Крубер А. А. Карстовая область горного Крыма. М., 1915.
17. Куминова А. В. Растительный покров Алтая. Новосибирск, 1960.
18. Лукин В. С., Рыжиков Д. В., Турьшев А. В. Кунгурская ледяная пещера. Свердловск: Свердл. кн. изд-во, 1955.
19. Малков Ю. П. Рукокрылые Алтая. Горно-Алтайск, 1993.
20. Малков Ю. П. Усатая ночница // Красная книга Республики Алтай. Новосибирск, 1996.
21. Малков Ю. П., Маринин А. М. Находки беспозвоночных и позвоночных в пещерах Алтая // Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира. Уфа, 1989. Ч. 4.
22. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963. Т. 1.
23. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1969. Т.2.
24. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области. Пермь, 1958.
25. Маринин А. М. Карстовые явления в бассейне рек Камышлы и Сарасы // Вопросы геол. и геоморф. Зап. Сибири. Барнаул, 1966.
26. Маринин А. М. Карстовые мосты и арки Алтая // География Зап. Сиб. Новосибирск, 1969.
27. Маринин А. М. Кульдюкская ледяная пещера // Изв. Алт. Отд. Геогр. общ-ва СССР. Барнаул, 1969. Вып. 10.
28. Маринин А. М. Крупнейшие пещеры Алтая // Пещеры. Пермь, 1972. Вып.12-13.
29. Маринин А. М. Каталог карстовых пещер Алтая // Материалы по географии Алтайского края. Барнаул, 1975.
30. Маринин А. М. Карст и пещеры Алтая. Новосибирск, 1990.
31. Маринин А. М. О систематизации, морфологии и морфометрии карстовых пещер Алтае-Саянской горной области // Горы и горцы Алтая и других стран Центральной Евразии. Горно-Алтайск, 2000.
32. Маринин А. М. Памятники природы. Пещеры // Красная книга Республики Алтай. Особо охраняемые объекты. Горно-Алтайск. 2000.
33. Маринин А. М., Колтаков К. Г. Региональные программы и пути их реализации некоторыми вузами Алтая. Бийск, 1995.
34. Маринин А. М., Малков Ю. П. Млекопитающие обитатели пещер Алтая // Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира. Уфа, 1989. Ч. 2.
35. Маринин А. М., Самойлова Г. С. Физическая география Горного Алтая. Барнаул, 1987.
36. Маринин А. М., Шарбурга Г. Д. Географические исследования в бассейне р. Катунь и вопросы охраны природы // Географические проблемы бассейна р. Катунь в связи с энергетическим освоением. Барнаул, 1986.
37. Рерих Н. К. Алтай-Гималаи: Путевой дневник. 1929.
38. Суслов С. П. Физическая география СССР (Азиатская часть). М.: Просвещение 1954.

39. Т у п о т и л о в а А. Н. Карстовые явления хребта Иолго // Изв. Алт. отдела Геогр. об-ва СССР. Горно-Алтайск, 1963. Вып.3.
40. Ц ы к и н Р. А. Пещеры Алтае-Саянской горной области // Пещеры. Пермь, 1993.
41. Ч е р н я е в а К. П. Каракольские пещеры // Пещеры. Пермь, 1966. Вып.6 (7).

И. А. Биржевая
Пермский университет

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ

I. A. Birjevaia
POLLUTION OF UNDERGROUND WATERS IN AREA
OF THE KUNGUR ICE CAVE

In article the features of pollution of underground waters on the Kungur ice cave area are considered. It is formed due to receipt of the pollution components with atmospheric and surface waters, and also at use of the cave for tourism

Проблема изучения загрязнения карстовых вод относится к числу наименее разработанных и частично решена только для условий открытого карста [1, 4]. Для покрытого карста великолепным модельным объектом для изучения формирования загрязнения карстовых вод под влиянием природных и антропогенных факторов является Кунгурская ледяная пещера. Кунгурский стационар, городская санэпидстанция и другие организации Пермской области неоднократно использовали пещеру для этих целей.

Первый эксперимент по изучению влияния на карстовые воды точечных источников загрязнения на Ледяной горе был проведен в январе 1948 г.

В карстовую воронку на поверхности, по данным опыта с окрашиванием флюоресцеином связанную с одной из органических труб пещеры, было загружено нескольких бочек нечистот. Наблюдения за составом капли проводились ежемесячно на протяжении года (табл. 1). Загрязнение на поверхности стало отражаться на составе капли в пещере в начале снеготаяния. В апреле было отмечено резкое увеличение содержания иона хлора, нитратов, нитритов, аммиака. Высокий уровень содержания компонентов загрязнения сохранялся до августа-сентября, а затем начал постепенно снижаться. Однако окисляемость воды даже к концу года не достигла первоначальной величины. О значительном загрязнении капли свидетельствовали и бактериологические показатели: после начала снеготаяния количество микробов в воде резко увеличилось (от 21 до

629 шт./мл), а колититр в апреле снизился с 333 до 1,2, летом он испытывал значительные колебания (1-18), затем стал повышаться. Очевидно, при возникновении источника загрязнения на поверхности процессы самоочищения воды в карстовом массиве нарушаются.

В январе-сентябре 1957 г. были поставлены эксперименты по выяснению роли загрязнения снега на поверхности Ледяной горы. Наблюдения за составом капли проводились в трех гротах пещеры. В отдельные месяцы содержание аммиака возросло до 0,05, нитритов – до 0,01, нитратов – до 4,25 мг/дм³. Колититр меняется в широких пределах (от 1,2 после начала снеготаяния до 333 – в другие сезоны).

Таблица 1

Влияние точечного поверхностного загрязнения на Ледяной горе на состав капли в пещере, мг/дм³

Месяц	Cl	NO ₃	NO ₂	Жесткость		NH ₄	Окис- ляем.	К-во бакт. / мл	Колититр
				общ.	карб				
01	16,2	0,06	0,9	82,8	3,2	0,03	1,9	26	333
02	16,0	0,04	1,0	86,6	3,6	0,04	1,8	32	333
03	18,0	0,07	0,8	81,7	3,8	0,04	2,0	21	129
04	120,4	0,17	198,3	86,9	3,5	0,26	14,3	342	1,2
05	132,2	0,12	209,4	83,3	3,7	0,34	16,3	629	12
06	141,3	0,16	172,8	82,9	3,9	0,09	13,7	517	1
07	142,6	0,11	196,7	81,4	3,8	0,08	14,9	311	12
08	127,8	0,08	201,9	82,8	3,9	0,10	14,0	229	18
09	68,2	0,09	142,2	81,2	4,0	0,06	7,4	117	129
10	80,4	0,10	68,9	82,0	4,2	0,06	5,4	168	210
11	22,4	0,07	62,7	81,7	4,1	0,03	3,9	33	333
12	23,1	0,07	72,3	81,6	3,9	0,03	3,1	48	333

В том же 1957 г. были проведены эксперименты по выявлению влияния р. Сылвы на загрязнение воды в гротах пещеры. Вода во всех гротах после снеготаяния содержала значительное количество нитратов; в весенне-летний период отмечалось снижение колититра от 129 до 33. Так как воды сообщающегося с р. Сылвой озера в гроте Колизей, шурфа в гроте Крестовый и непроточного озера в гроте Мокрая Кочка по сезонным колебаниям химических и бактериологических показателей не отличаются друг от друга, можно предположить, что речные воды, поступающие в пещеру во время весенних паводков, не оказывают существенного влияния на загрязнение ее подземных вод. Последнее происходит раньше подъема воды в реке и связано с загрязнителями, приходящими с поверхности.

В 1956-1959 гг. были проведены наблюдения за влиянием загрязнения снега на поверхности Ледяной горы на состав воды в скважине перед входом в пещеру. После снеготаяния отмечено повышение содержания нитритов от 0 до 4,25, окисляемости от 0,5 до 3,0 мг/дм³, количества бактерий – от 2-3 до 190 шт./мл.

Последний раз наблюдения за загрязнением воды озер в пещере и воды в р. Сылве были выполнены в мае 1998 г. Они подтверждают выводы предыдущих исследователей: максимальное загрязнение поступает в пещеру с поверхности (в капли количество бактерий достигает 6,2 шт./мл); от реки к дальним озерам пещеры количество бактерий в воде резко уменьшается (от 9,9-13,3 до 0,52 шт./мл). В то же время отмечается местное загрязнение отдельных озер, связанное с использованием пещеры для туризма (количество бактерий в озере грота Дружбы Народов повышено до 8,3 шт./мл).

В Кунгурской пещере в 1959-1996 гг. проводился массовый отбор проб, при котором наряду с основными компонентами минерализации воды определялись и некоторые загрязнители. Материалы анализов стали доступны только в 2000 г., при подготовке банка данных по пещере. Данные по загрязнению содержатся более чем в 400 химических анализах (20% проб). К сожалению, ни по одному из водных объектов нет достаточного количества анализов для их анализа по месяцам, поэтому нами использовались данные за многолетие (табл. 2).

Снеговые воды на Ледяной горе почти по всем компонентам загрязнения лежат в пределах ПДК. В отдельных пробах превышения отмечены по pH и общему железу (в 2,6 раза). О формировании загрязнения свидетельствуют повышение минерализации снега с октября по март (18-81 мг/дм³). По данным ЕНИ при ПГУ 04.03.1993 г. в дальней части надпещерного поля снег имеет невысокую минерализацию (49 мг/дм³), но уже загрязнен (имеет пятикомпонентный ХГСКН состав); в прибровочной части Ледяной горы, в зоне ветрового переноса загрязнений из котельных Кунгура, его минерализация резко возрастает (231 мг/дм³), а у основания склона опять снижается (59 мг/дм³) [3].

Поверхностные воды на Ледяной горе относятся к загрязненным по минерализации, максимальному содержанию сульфатов, SiO₂ и нитратов.

Капель в гротах пещеры относится к загрязненным водам по минерализации, максимальному содержанию сульфатов, NH₄, SiO₂ и общему железу.

Лед пещеры относится к загрязненным по этим же компонентам, кроме того в нем отмечено максимальное превышение ПДК по нитритам (8,8 раз).

Озера в пещере относятся к наиболее загрязненным водным объектам. В них отмечено превышение ПДК по минерализации, максимальному содержанию сульфатов, NH₄, SiO₂ и Fe_{общ}.

В шурфах и скважинах в пещере и у пещеры ПДК превышено только по минерализации и содержанию сульфатов. Содержание загрязняющих компонентов в них ниже ПДК (в скважинах, очевидно, в связи с их плохим состоянием отмечено превышение по общему железу).

В воде р. Сылва (в период питания ею Кунгурской ледяной пещеры) отмечено превышение ПДК по NH₄, SiO₂, NO₂ и общему железу (1,2-7,0 раз).

Появление нефтепродуктов в единичных случаях отмечено только в снеговых водах и в водах р. Сылвы.

**Загрязнение поверхностных и подземных вод района
Кунгурской пещеры**

Загрязняющие компоненты*	ПДК**	Превышение ПДК по max, раз							
		атм. осадки	пов. воды	капель	лед	подз. озера	шурфы	колодцы скв.	р. Сылва
рН	Не более 6,5 - 8,5	+	-	-	+	-	-	-	-
Минерализация	Не более 1000	-	2,4	2,3	2,0	2,4	2,4	2,4	-
Хлориды	350	-	-	-	-	-	-	-	-
Сульфаты	500	-	3,0	3,4	2,9	5,8	3,7	3,1	-
NH ₄	2,0	-	-	1,1	1,5	2,2	-	-	1,2
SiO ₂	10,0	-	1,4	1,2	1,6	8	-	8	1,4
NO ₃	45,0	-	4,6	-	-	1,3	-	-	-
NO ₂	3,3	-	-	-	8,8	-	-	-	7,0
Fe общее	0,5	2,6	-	1,1	-	9	-	1,4	2,4
Нефтепродукты	0,3	+	-	-	-	-	-	-	+

Все компоненты, кроме рН, – в мг/дм³; ** по СанПиН [5]

Таким образом, по состоянию на 1999 г. воды иренского водоносного комплекса [6] в районе пещеры, судя по анализам из скважин и шурфов, не содержат загрязняющих компонентов. Загрязнение подземных вод Кунгурской пещеры происходит за счет инфильтрационных и инфилюационных вод, поступающих с поверхности Ледяной горы, а также при эксплуатации пещеры. Поэтому особое значение приобретает соблюдение природоохранных мероприятий в области питания и в самой пещере.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гольдберг В. М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1984.
2. Горбунова К. А. Особенности гипсового карста. Пермь, 1965.
3. Горбунова К. А., Блинов С. М. Химический состав снега района Кунгурской пещеры // Свет. Киев. 1993. № 4 (10).
4. Дублянская Г. Н., Дублянский В. Н. Теоретические основы изучения парагенезиса карст-подтопление. Пермь: изд-во ПГУ, 1998.
5. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. М., 1988.
6. Шимановский Л. А., Шимановская И. А. Пресные подземные воды Пермской области. Пермь, 1973.

Ю. С. Ляхницкий

ВСЕГЕИ, Комиссия спелеологии и карстоведения РГО

СОЗДАНИЕ САБЛИНСКОГО ПРИРОДООХРАННОГО ЭКСКУРСИОННО-ТУРИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

J. S. Lyachnitsky

CREATION SABLINSKI NATURE PROTECTION EXCURSION-TOURIST CENTRE

The history of creation and feature of the excursion-tourist centre in the Sablinski caves are considered

В Ленинградской области после десятилетней подготовки создан природоохранный спелеологический центр. Работу проводит общественная некоммерческая организация "Сохранение природы и культурного наследия", созданная при участии спелеологов, туристов, геологов, экологов, деятелей культуры. Она образована в связи с необходимостью организации действенного общественного контроля за состоянием комплексного Саблинского памятника природы, наиболее ценной особо охраняемой природной территории на северо-западе России, так как он в последнее время практически не охранялся и быстро деградировал.

Саблинский памятник находится в 40 км от Санкт-Петербурга. На его территории известно 12 лабиринтов – искусственных пещер (старинных горных выработок, в которых более 150 лет добывался кварцевый песок для стекольной промышленности). Они существенно переработаны природными процессами – обвалами, осыпанием, карстом. На охраняемой территории находятся каньоны рек Саблинка и Тосны с прекрасными скальными обнажениями кембрия и ордовика, два водопада, множество точек пиритовой минерализации, находок окаменелостей, минеральных источников. В пещерах зимует одна из крупнейших на севере России популяций рукокрылых, в реках водятся форелевые, минога, встречается выдра. Луга богаты редкими и лекарственными растениями. Здесь же находятся достопримечательности, связанные с именами Александра Невского, А. К. Толстого, В. С. Соловьева, В. В. Бианки, В. И. Ульянова, Я. М. Терентьева и др.

Основная концепция создания центра заключается в организации охраны памятника на средства, получаемые от регламентированной экскурсионно-туристической деятельности. В настоящий момент полностью контролируется наиболее крупная (5,5 км) и интересная пещера Левобережная, в которой проведено соответствующее горнотехническое обустройство, обеспечивающее функционирование безопасного подземного экскурсионного маршрута. В пещере установлена крепь, оборудованы бетонные оголовки входов, двери. Ведется патрулирование территории и при

необходимости вызывается наряд милиции из расположенного в 1,5 км Ульяновского отделения УВД.

Экскурсионное обслуживание туристов осуществляется проводниками-экскурсоводами, спелеологами, геологами, имеющими большой опыт полевых и горных работ в карстовых полостях, а также в Тосненском краеведческом музее. Работа нацелена на контроль соблюдения землепользователями регламента Саблинского комплексного памятника природы, создания максимально комфортной обстановки для проведения на его территории экскурсионного и учебного процесса, локализации и минимизации антропогенного прессинга на природный комплекс.

Экскурсионно-туристические мероприятия и обустройство проводятся на основании научно-проектных лицензионных разработок институтов Гипрогор (Урбанистики), ВНИМИ, Гипрошахт и ТОО "Росэкосервис". Экскурсионные маршруты (тропы) проложены таким образом, чтобы рационально показывать экскурсантам особо интересные объекты, не допускать их повреждения, а также не создавать помех учебному процессу государственного университета. Организация охраны территории способствует сохранности геологических обнажений, лесопарка, сети топографических реперов, гидрологических створов университета, локализует неорганизованные потоки посетителей, пресекает случаи нарушения общественного порядка и тем самым создает благоприятную обстановку для научной, воспитательной, рекреационной и учебной работы.

Разработано несколько вариантов экскурсионных маршрутов. Наиболее часто используется автобусный вариант с посещением двух водопадов, каньона реки Тосно и пещеры Левобережной. При этом экскурсанты движутся за проводником строго по экскурсионным тропам, оборудованным на спусках и подъемах лестницами. В день совершаются одна-две экскурсии (изредка до четырех).

Зонирование территории Саблинского памятника позволило выделить урбанизированные площади, на которых предусматривается сохранение хозяйственной деятельности, имевшей место на момент объявления памятника, но ограничивается их расширение. Таким образом учитываются интересы жителей пос. Ульяновка.

Создание центра явилось необходимым условием сохранения памятника природы, его работа уже имеет значительные позитивные результаты воспитательного, образовательного, рекреационного, социального, экологического плана, оценена множеством положительных отзывов и благодарностями педагогов, семейных групп. Предложенная концепция профессионального контроля ООПТ и самокупаемости получила подтверждение на практике. Перед нами стоит задача – обеспечить выполнение долгосрочной программы по совершенствованию Саблинского центра в ближайшие годы, что создаст позитивный прецедент рациональной организации охраны памятников природы России.

ТЕРМИНОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ПЕЩЕР

TERMINOLOGY AND METHODS OF CAVE INVESTIGATION

Ю. С. Ляхницкий

ВСЕГЕИ, Комиссия спелеологии и карстоведения РГО

СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ И ИХ СИСТЕМ¹

J. S. Lyachnitsky

STRUCTURAL-MORFOLOGICAL CLASSIFICATION OF KARST CAVITIES AND THIERS SYSTEMS

This article is dedicated to problems of classification of karst cavities. A classification based on morphometrical indications, the specifics of symmetry and location in the space (the angle of declination of a longitudinal axis to horizon). The cavities are divided into categories: small, medium, large and gigantic. They are divided into plane-symmetrical, rotation-symmetrical and centrally symmetrical cavities. In all there are 17 types. Cavities are united into several systems: simple, branching and labyrinth-like. Also there are horizontal, cascade-like and multilevel. The use of this particular classification allows us thoroughly characterize separate cavities and caves as a hole with substantial accuracy.

В современной спелеологии до сих пор нет общепринятой классификации карстовых полостей. В начале 60-х гг., когда в СССР было известно всего около 700 пещер [11], наиболее употребительной была классификация Г. А. Максимовича [7]. Он различал колодцы (глубина до 20 м), шахты (глубина более 20 м), пропасти (глубокие полости с большим входом), горизонтальные и вертикальные пещеры (полости с разветвлениями).

В 60-90-е гг. в стране было открыто и описано более 7 тысяч разнообразных полостей, для которых предложенные классификационные рамки были явно узки. Были предложены различные морфологические [1, 5, 8, 11] и морфогенетические [2] классификации. Однако, как показывает анализ сводки "Терминология спелеологии" [9], одними и теми же терминами часто обозначались различные по размерам, конфигурации и происхождению полости. Положение не изменилось и в 90-е гг., когда был разработан ряд новых спелеогенетических концепций ([3] и др.).

© Ю. С. Ляхницкий, 2001

¹ Печатается в порядке дискуссии (прим. ред.)

В 1975 г. автором была предложена классификация, опирающаяся на традиционный спелеологический опыт (морфометрия и морфология полостей) и универсальные принципы симметрии. Она была задепонирована [5], а затем опубликована в несколько переработанном виде в изданиях, мало известных спелеологам [4, 6]. В 1978 г. схожие подходы к проблеме применил Р. А. Цыкин [10]. Знакомство с литературой показывает, что затронутые в этих работах вопросы не утратили своей актуальности и в начале XXI в. Поэтому ее основное содержание излагается в виде настоящей статьи.

Автор считает, что полость – это элементарная ячейка пещеры (системы полостей). Она характеризуется однородностью элементов симметрии, постоянством морфологических и морфометрических характеристик. Совокупность полостей в этом случае можно классифицировать, опираясь на закономерности их пространственного взаиморасположения.

Все полости делаются:

- по особенностям симметрии – на осесимметричные, плос-косимметричные и центральносимметричные;

- по ориентировке продольной оси и наклону плоскости симметрии – на горизонтальные, пологонаклонные, крутонаклонные и вертикальные;

- по размерам – на мелкие, средние, крупные и гигантские.

Всего выделяется 17 элементарных карстовых полостей. На первый взгляд кажется, что такая система сложна и тяжеловесна, но можно убедиться, что она логична и удобна в пользовании (рис 1).

Осесимметричные полости имеют одну продольную ось симметрии; их поперечные размеры (высота h , ширина b) близки и значительно меньше длины (L). В зависимости от размеров выделяются мелкие полости разнообразной ориентации – трубы, у которых поперечные размеры (до 0,3 м) близки, а длина значительно их превосходит; средние горизонтальные и пологонаклонные – ходы (поперечные размеры 0,3-3 м), крупные – залы и тоннели (поперечные размеры 3-100 м)¹. Залы и тоннели различаются по длине: залы имеют продольные размеры не более чем в 2 раза больше поперечных, а тоннели – намного больше. К вертикальным и крутонаклонным (с углом наклона продольной оси к горизонту более 45°) средним полостям относятся колодцы диаметром 0,3-3 м, глубиной до 20 м и шахты – глубже 20 м. Крупными осесимметричными вертикальными полостями являются пропасти с диаметром более 3 м.

Плоскосимметричные полости имеют одну плоскость симметрии и поперечные размеры значительно меньше длины. Это щели – мелкие полости различной ориентировки шириной до 0,3 м. Средние полости более разнообразны. Выделяются полости с вертикальной или крутонаклонной (более 45°) ориентацией плоскости симметрии к горизонту, длина которых намного превышает поперечные размеры. Это коридоры с шириной 0,3-3 м и высотой, превышающей ширину не более чем в 2 раза, и галереи с высотой, превышающей ширину более чем в 2 раза; крупные полости – это подземные

¹ Для полостей с поперечными размерами, превышающими 100 м, добавляется определение "гигантский"

каньоны, их ширина – более 3 м, высота значительно больше ширины, а длина во много раз превышает поперечные размеры. Выделяются также горизонтальные или пологонаклонные плоскосимметричные полости с углом наклона плоскости менее 45°. Полости, высота которых 0,3-3 м и при этом меньше ширины более чем в 2 раза, а длина намного превышает поперечные размеры, названы лазами, а с отношением высоты к ширине до 0,5 – пеналами. Крупные пологие (лежащие) полости названы подземными долинами, их высота более 3 м, ширина в несколько раз больше, а длина намного превышает поперечные размеры.

Центрально-симметричные полости изометричны. Они делятся на мелкие – каверны (диаметр менее 0,3 м), средние – камеры (0,3-3 м) и крупные – ротонды (более 3 м).

При практическом описании пещер полезно уточнять размеры полости. Например, узкий (или мелкий) ход имеет размеры поперечного сечения 0,3-1 м, средний – от 1 до 2 м, крупный (или большой) – от 2 до 3 м.

Совокупность элементарных полостей образует их системы (пещеры). В их строении наблюдается определенная морфогенетическая закономерность – в общем случае вертикальные полости сменяются горизонтальными, а последние – полостями фреатической зоны с разнообразной ориентировкой.

Пещеры классифицируются по двум параметрам – особенностям строения в горизонтальной и вертикальной плоскостях и по сложности.

По строению в плане они делятся на простые, разветвленные и лабиринтовые, имеющие сложные кольцевые структуры; по строению в вертикальной плоскости – на горизонтальные, каскадные (с преобладанием горизонтальных или вертикальных полостей) и многоэтажные с концентрацией полостей на определенных уровнях.

Например, пещера Долгая на Кавказе относится к простым горизонтальным; Воронцовская система – к разветвленным пологим каскадным; системы массива Алек, в основном, – к разветвленным и простым крутым каскадным. Примерами горизонтальных лабиринтовых полостей являются системы гипсовых пещер Подолии и Саблинские искусственные пещеры в песчаниках. Капова пещера в известняках на Урале – многоэтажная слабо разветвленная, а Красная в Крыму – многоэтажная разветвленная.

Можно выделить и объемные лабиринтовые системы, в которых полости не лежат на фиксированных уровнях. Они возникают главным образом во фреатической зоне, без переработки последующими вадозными процессами, или в напорных гидротермокарстовых условиях. Примером таких систем является пещера Орешная.

Предлагаемая классификация не идеальна. Она может "обрастать" уточнениями, детализироваться в связи с местными особенностями регионов и отдельных пещер. Например, на основе данной классификации Ю. И. Берсенев [1] создал классификацию пещер Дальнего Востока.

Важными нам представляются предложенные идеи сочетания морфометрических различий и особенностей симметрии полостей, а также – объединения элементарных полостей в системы различной степени

		Горизонтальные	Каскадные		Многоэтажные
			С преобладанием горизонтальных полостей	С преобладанием вертикальных полостей	
ТИПЫ СИСТЕМ	Простые				
	Разветвленные				
	Лабиринтовые				

Состояние	Положение в пространстве	Размеры		
		Малые ($min < 0,3 м$)	Средние ($0,3 < min < 3 м$)	Крупные ($min > 3 м$)
Особые случаи	Горизонтальные и пологосклонные ($\alpha < 45^\circ$)			
	Вертикальные и крутосклонные ($\alpha > 45^\circ$)	Трубы	Лес $L \leq 20 м$ Карьеры $L > 20 м$ Шахта	Зан $L \geq 2 h = 2 C$ Туннель Провозь
Плоскостные (горизонтальные и пологосклонные)	Структурные плоскости субгоризонтальны ($\beta \geq 45^\circ$)		Галера Карьер $H \leq 2 C$	Канал (пологосклонный)
	Слоистые плоскости субгоризонтальны ($\beta < 45^\circ$)	Щель	Лес Пещера $C \leq 2 h$	Длина (пологосклонная)
Центрально-симметричные		Купол	Купол	Ротонда

Рис. 1. Классификация карстовых полостей по типам и размерам

сложности, обладающие специфическими особенностями строения в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Данная классификация позволяет различным исследователям достаточно точно описывать пещеры и воспринимать описания других спелеологов, что необходимо как для составления их кадастров, так и для теоретического осмысления огромного накопившегося материала о карстовых и некарстовых полостях мира.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берсенева Ю. И. Типологическая характеристика карстовых форм и вопросы классификации карстовых полостей Дальнего Востока: Препринт ТИГ ДВНЦ, Владивосток, 1988.
2. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. Л.: Наука, 1977.
3. Климчук А. Б. Спелеогенезис в артезианских условиях // Вестн. Киев. карстолого-спелеол. центра. Киев, 1992. № 3 (5).
4. Кутырев Э. И., Михайлов Б. М., Ляхницкий Ю. С. Карстовые месторождения. Л.: Недра, 1989.
5. Ляхницкий Ю. С. Морфогенетическая классификация карстовых полостей Воронцовского хребта. М., 1975. Деп. в ВИНТИ. № 1698-75.
6. Ляхницкий Ю. С. Вопросы терминологии и классификации карстовых явлений // Проблемы изучения, экологии и охраны пещер. Киев. 1987.
7. Максимович Г. А. Основы карстования. Пермь, 1963. Т. I.
8. Марушвили Л. И. Морфологический анализ карстовых пещер // Очерки физической географии Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1969.
9. Тимофеев Д. А., Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З. Терминология карста. М.: Наука, 1991.
10. Цыкин Р. А. Структурно-морфологический анализ пещер. Красноярск, 1978. Деп. в ВИНТИ № 1293-78.
11. Чикишев А. Г. Пещеры на территории СССР. М.: Наука, 1973.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕЩЕР

HISTORY OF CAVE STUDY

**В. Н. Дублянский¹, А. Н. Ильин², В. И. Клименко³,
В. В. Толмачев⁴, Е. В. Шаврина⁵, Ю. И. Шутов⁶**

¹Пермский университет, ^{2,4}МГП "Противокарстовая и береговая защита", ³Адлерская комплексная инженерно-геологическая и гидрогеологическая лаборатория ПНИИСа Госстроя РФ, ⁵Пинежский государственный заповедник, ⁶ИМП Мингео Украины

ИЗ ИСТОРИИ СТАЦИОНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ¹

V. N. Dublyansky, A. N. Il'in, V. I. Klimenko, V. V. Tolmachev,
E. V. Shavrina, Y. I. Shutov

FROM THE HISTORY OF STATIONARY RESEARCHES
OF KARST CAVITIES

The history of realization stationary and demi-stationary researches in the karst caves of the former USSR is briefly considered

При изучении карста очень важно использовать стационарные методы исследования, позволяющие получить данные о динамике прохождения процесса в разные сезоны года и за многолетие [17]. Первые карстовые стационары в СССР были созданы в 30-е гг. в Орловской области (Ново-Михайловская гидрологическая станция) и в г. Кизеле (Уральская научно-исследовательская станция, 1934). В 1946 г. в ЕНИ при Пермском университете была создана карстово-спелеологическая станция Предуралья [18].

У истоков комплексного исследования пещер стояли А. Е. Ферсман и Д. И. Щербаков. По их инициативе в 1942 г. ГКО создал Экспедицию особого назначения (ЭОН), задачей которой было определение возможности использования естественных и искусственных подземных пространств в военных и мирных целях [25]. Деятельность ЭОН была покрыта ореолом секретности, который лишь сейчас понемногу рассеивается [9].

В 1945 г. ЭОН была расформирована и на ее базе в Министерстве просвещения СССР создана Кавказская комплексная научно-исследовательская карстово-спелеологическая станция (ККНИКС, директор

© В. Н. Дублянский, А. Н. Ильин, В. И. Клименко, В. В. Толмачев, Е. В. Шаврина, Ю. И. Шутов, 2001

¹ Некоторые сведения получены путем опроса, поэтому авторы будут признательны за все дополнения и исправления

Е. А. Гаврилов). В 1945-1946 гг. она находилась в ведении Краснодарского пединститута, затем переподчинена МГУ (объединенная карстово-спелеологическая экспедиция МВО СССР) и Киевскому университету (лаборатория спелеологии, рук. Е. А. Гаврилов).

Сотрудники ККНИКС Я. А. Бирштейн, В. В. Борисов, М. В. Васильев, Н. А. Гвоздецкий, А. А. Ломаев, Е. С. Миляновский, Л. Н. Соловьев, М. В. Щербакова и др. обследовали более 100 легкодоступных пещер Западного Кавказа и выбрали Воронцовский хребет как первоочередной объект для организации стационарных работ.

В 1948 г. на базе Воронцовской пещеры, как отделение Карстово-спелеологической станции при МГУ, создан Карстово-спелеологический стационар (директор А. А. Ломаев). Его сотрудниками описаны и частично засняты пещеры Лабиринтовая, Воронцовская, Долгая, Ущельная. В 1950 г. объединенная карстово-спелеологическая экспедиция МВО СССР (рук. М. В. Щербакова) исследовала пещеру Подземная Хоста; в 1951 г. краснодарский отряд (рук. Л. Ф. Ищенко) обследовал пещеры района Лазаревская-Джубга, а экспедиция Киевского университета (рук. Г. Ф. Прихотько) провела первые полустационарные микроклиматические исследования в Воронцовской пещере [20].

В 1948 г. на базе Кунгурской ледяной пещеры создан второй стационар (Уральский филиал ККНИКС МГУ, рук. профессор В. А. Варсанюфьева, зав. – В. С. Лукин). Стационар начал работы по планомерному изучению особенностей Кунгурской ледяной пещеры.

В начале 50-х гг. в стране произошли серьезные изменения в организации науки. В связи с этим ККНИКС МГУ была переподчинена Президиуму АН СССР, а карстово-спелеологическая тематика сосредоточена в ЛГГП АН СССР (лаборатория гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского в Москве). В 1952 г. Адлерская карстовая станция и Воронцовский стационар вошли в состав Крымского филиала АН СССР в г. Симферополе (отдел карстоведения и спелеологии, рук. С. А. Ковалевский), а Кунгурская станция преобразована в научно-исследовательский стационар и передана Уральскому филиалу АН СССР (дир. Д. В. Рыжиков). В районе Воронцовской пещеры были начаты детальные топосъемочные работы, которые должны были лечь в основу дальнейших стационарных исследований. В 1955-1956 гг. сотрудники филиала (В. П. Мелешин, Т. А. Кречетович и др.) выполнили теодолитную съемку Долгой пещеры. Насколько нам известно, это был первый опыт инструментальной съемки необорудованной карстовой полости в стране. Кунгурский стационар продолжал начатые ранее режимные наблюдения в пещере. Ему были вменены и функции экскурсионного обслуживания туристов. Это отвлекло небольшой коллектив от решения исследовательских задач.

В 1954-1956 гг., в связи с передачей Крыма в состав Украины, Крымский филиал АН СССР был сперва передан в АН УССР, а затем реорганизован в Институт минеральных ресурсов, в котором создан отдел карстоведения и селей (рук. Б. Н. Иванов). Воронцовский стационар в 1954 г. был ликвидирован, а Адлерская карстовая станция подчинена ЛГГП, которая начала активные

исследовательские, в том числе и стационарные работы (рук. Н. И. Соколов). К ним впервые стали привлекать туристов (мастер спорта Ю. К. Каминский, Одесса) и спортсменов-спелеологов (В. В. Илюхин и др.). В 1954 г. по инициативе проф. И. В. Попова в составе ЛГТП была создана Дзержинская карстовая станция (рук. С. М. Чихачев, позднее – Е. Г. Качугин и А. Н. Ильин).

В 1956 г. в Москве состоялось Всесоюзное карстовое совещание. В его работе приняло участие более 2 тыс. специалистов, было заслушано 120 докладов. Во вступительном докладе проф. И. В. Попов отметил слабое развитие спелеологии в СССР и необходимость активизации работ в этом направлении.

В 1958 г. при Отделении геолого-географических наук АН СССР была создана Межведомственная комиссия по изучению геологии и географии карста (пред. проф. И. В. Попов, Москва); в 1962 г. она была преобразована в Комиссию по изучению карста при Научном совете государственных исследовательских работ СССР, а в 1972 г. – в Карстовую комиссию Научного совета по инженерной геологии и грунтоведению АН СССР (пред. проф. И. А. Печеркин, Пермь).

Активизировалась работа по изучению карста и пещер и в отдельных регионах страны.

В 1958 г. при Институте минеральных ресурсов АН УССР создана ККЭ – Комплексная карстовая экспедиция АН УССР (рук. Б. Н. Иванов), задачей которой было комплексное изучение карстовых полостей Крыма, Украинских Карпат и Подолии. В 1963 г., после передачи ИМР в систему Мингео, научно-производственные работы по изучению пещер продолжились до 1965 г.

В 1958 г. в Тбилиси создана Спелеологическая комиссия АН Грузинской ССР, в 1969 г. преобразованная в Спелеологический совет (пред. К. В. Джавришвили, с 1978 г. – Т. З. Кикнадзе).

В 1964 г. в Перми был организован на общественных началах Институт карстологии и спелеологии (ИКС) при Географическом обществе СССР (рук. проф. Г. А. Максимович).

В 1971 г. образована Киевская лаборатория спелеологических исследований (КиЛСИ, рук. А. А. Ломаев), а в 1979 г. – карстово-спелеологический отряд при ИГН АН УССР, в 1991-1993 гг. преобразованный в Киевский карстово-спелеологический центр (рук. А. Б. Климчук).

В 1977 г. для координации спелеологических исследований в СССР и участия в работе Международного союза спелеологов при Научном совете по инженерной геологии и грунтоведению АН СССР создана секция спелеологии (пред. проф. В. В. Илюхин, с 1982 г. – проф. В. Н. Дублянский).

В 60-80 гг. спелеологические подразделения (группы, секции и пр.) были организованы также при Географическом обществе СССР и его отделах, Московском обществе испытателей природы (МОИП), обществе охраны природы, крупных вузах (ЛГИ, МГУ и пр.). Спелеологические исследования проводились также в республиканских подразделениях Министерства геологии СССР [2, 5].

Таким образом, в середине-конце XX в. в СССР работало несколько карстово-спелеологических стационаров.

40-е гг. Кунгурский стационар создан в 1948 г. (в настоящее время – структурное подразделение Горного института УрО РАН, рук. В. С. Лукин, В. Н. Андрейчук). За 50 лет стационар выполнил ряд важных народнохозяйственных и научных работ: проведены инженерно-карстологические исследования для генеральных планов застройки города Кунгура, пос. Полазна, многих районных центров, изучены водоприитоки из закарстованных зон в шахты Кизеловского угольного бассейна, исследованы гидрогеологические условия Североуральского и Южноуральского бокситовых районов, установлены причины техногенных катастроф на Верхнекамском калийном месторождении, составлен перечень пещер Урала и Приуралья. Выполнен большой объем работ по режимным наблюдениям и решению отдельных проблем геотермии земной коры, гидродинамики, гидрохимии [16].

С 1934 г. стационар вел режимные наблюдения в Кунгурской пещере. Ее ледовое убранство, привлекающее до 200 тыс. туристов в год, меняется и зависит как от естественных условий, так и от вмешательства человека. Поэтому режимные наблюдения в ней дают уникальную возможность оценить масштабы воздействия человека на подземный мир.

Стационарные работы в пещере обеспечивает инструментальная съемка пещеры и участка Ледяной горы над ней, выполненная Е. П. Дорофеевым в масштабе 1 : 500. Для привязки точек, где проводятся специальные наблюдения, создана сеть реперов. В настоящее время составлена карта пещеры в электронном варианте (И. А. Лавров)¹. Пермским университетом (К. А. Горбунова, В. Н. Катаев, Н. Г. Максимович, Н. Е. Молоштанова и др.) выполнен большой объем геологических, минералогических, морфологических и морфометрических работ, отобраны на анализ сотни проб горных пород, заполнителя и воды.

Для выяснения условий заложения пещеры геофизики Перми, Свердловска, Москвы использовали разные методы электропрофилирования, вертикального и кругового электрического зондирования, естественного поля, радиокомпарационного и радиоволнового просвечивания, микросейсморазведки, гравиметрии и др. Работы проводились в наземном, водном и подземном вариантах, что существенно повышало их информативность.

Для анализа хода разных процессов, происходящих в пещере, близ нее в 1969 г. оборудована метеоплощадка, на которой велись наблюдения за температурой, влажностью и давлением воздуха, количеством жидких, твердых атмосферных осадков, а также конденсацией под землей. Для анализа информации привлекались также материалы метеостанции Кунгура, расположенной на левом берегу Сылвы.

В 1954-1958 гг. осуществлялись ежемесячные наблюдения за уровнями воды в озерах, скважинах и шурфах в девяти, а в 1973-1996 гг. – в 18 гротах пещеры. В 1974-1980 и 1994-1995 гг. проводились наблюдения за изменениями уровней подземных вод в колодцах и скважинах у пещеры.

¹ См. статью в настоящем сборнике (прим. ред.)

На р. Сылве близ пещеры оборудован гидрометрический пост, снабженный самописцем уровней (1975-1987 гг.). В 1974-1994 гг. проводились срочные наблюдения.

Изучалась гидрохимия атмосферных осадков, инфильтрационной и конденсационной капли, воды подземных озер, шурфов и скважин, пещерных льдов и вод в р. Сылва (свыше 2 тыс. анализов).

Термометрические наблюдения включали замеры температуры горных пород в шурфах в 5 гротах (вытяжные и электротермометры на глубине 0-5 м, более 3 тыс. замеров); воды озер и скважин – в 15 гротах (более 2 тыс. замеров), воздуха – в 18 гротах (более 10 тыс. замеров). Наблюдения за абсолютной и относительной влажностью воздуха велись в 16 гротах.

Движение воздуха в пещере спорадически изучалось на протяжении всего периода наблюдений. В 70-е гг. интерес к проблеме усилился в связи с необходимостью восстановления ледяного убранства пещеры, нарушенного после сооружения второго входа в пещеру, и с разработкой модели природных холодильников. Выполнен расчет воздушного баланса пещеры в зимний и летний периоды, а также предложены расчетные схемы воздушной циркуляции при разных режимах проветривания пещеры (открытые и закрытые входные двери).

Материалы о газовом составе воздуха в пещере свидетельствуют о повышенном почти на порядок содержании CO_2 (0,3-0,8 об. %), причем газовый состав воздуха испытывает значительные сезонные колебания.

Первые замеры (1992 г.) показали наличие повышенной концентрации радиоактивных элементов. В 1999 г. были выполнены более детальные исследования. В пещере прибором СРП-08-01 произведено более 550 измерений гамма-фона. Среднее его значение составило 18 мкР/ч, что в 3 раза выше фона на поверхности (5-7 мкР/ч).

Среднее значение концентрации радона, измеренной в 18 гротах пещеры угольными адсорберами, составило в среднем 7450 Бк/м³, с минимумом 4777 (грот Крестовый) и максимумом 10030 (грот Бирюзовый). Определение концентрации радона в воздухе первоначально производились сцинтилляционными радиометрами РРА-01, РРА-03, а затем радиометром RAMON-01. Средняя эквивалентная равновесная объемная активность радона (ЭРОА Rn) составила 3000 Бк/м³ с минимумом 1294 (грот Полярный) и максимумом 4943 (грот Эфирный). Содержание радона в воде всего 1,8-10,9 Бк/л, что в 3-17 раз ниже ПДК (30 Бк/л). При средней для пещеры концентрации радона (ЭРОА Rn) 3000 Бк/м³ допустимая годовая доза для служащих (15 мЭв) достигается за 250 ч, а для квалифицированных радиационных работников (50 мЭв) за 840 ч пребывания в пещере за год. Это свидетельствует о необходимости радиационного контроля за режимом работы научных работников и персонала, работающего в пещере.

В Кунгурской пещере выявлены все известные в литературе разновидности пещерных льдов, однако их систематическое описание отсутствует. Льды пещеры находятся в непрерывном развитии; процессы нарастания, изменения форм кристаллов, испарения, таяния чередуются во времени или происходят

одновременно на близкорасположенных участках с разными микроклиматическими условиями. За 40 лет зимняя изотерма 0°C, отмечающая границу распространения льда, переместилась на 100 м ближе к выходу. "Потепление" пещеры происходит под воздействием трех групп факторов: многолетнего хода и сезонных колебаний температур, определяющихся климатическими причинами; внесезонных колебаний, связанных с изменениями морфологии воздухопроводящей системы пещеры за счет накопления рыхлого грунта в пещерах на поверхности Ледяной горы, нарастания льда в трещинах на ее склоне и в проходах КЛП, устройства входной двери в Старом входе, проходки тоннелей в гроты Бриллиантовый и Вышка; обвала глыб и зарастания льдом Старого входа и пр.; влияния "тепловой переэксплуатации" пещеры (обилие экскурсантов, тепловыделение осветительных приборов и пр.).

В разные годы в пещере проводились специальные наблюдения. Отметим некоторые наиболее важные работы.

В 1966 г. в пещере работала наклонная станция для изучения движения земной коры и ее отдельных блоков под влиянием землетрясений, солнечно-лунных приливов и техногенных причин. В 1994 г. в ней работала сейсмическая станция.

Гидрогеологические наблюдения заключались в анализе взаимоотношений уровней в разных озерах пещеры и в р. Сылве. В 60-е гг. анализ носил качественный характер (сравнение графиков, визуальное определение направлений потоков в пещере), в 70-80-е гг. – полуколичественный (определение скоростей движения подземных вод с использованием флюоресцеина), в 90-е гг. – количественный (построение компьютерных диаграмм поверхностей карстовых вод Ледяной горы). В пещере изучались также особенности формирования конденсационных вод и движение воды в зоне аэрации (по интенсивности капли в отдельных гротах).

Неоднократно осуществлялись наблюдения за растворением гипсов методами Лукина (растворение гипса изучалось в порошке), Гамса (в таблетках), ПГУ (в штуфах), реперов (в обнажениях).

В 90-е гг. в пещере был проведен цикл наблюдений за аэрозольным составом воздуха. Он дал принципиально новые данные о воздухообмене в пещере и о роли ее как "очистителя" загрязненного атмосферного воздуха.

Наблюдения за изменениями режима КЛП под влиянием антропогенной деятельности проводились на протяжении всего периода эксплуатации пещеры. Они включали наблюдения за изменениями температуры воздуха, масштабов оледенения, проявлениями антропогенного загрязнения.

Кроме перечисленных в Кунгурской пещере были проведены десятки других видов наблюдений, имеющих большое значение для понимания особенностей ее формирования и развития. В их числе находятся геологические (тектоника, литология, минералогия), геоморфологические (изучение форм карстового, эрозионного, оползневого рельефа Ледяной горы), спелеологические (поиски новых, детальное описание известных ходов), ботанические (изучение растительных остатков в КЛП), микробиологические (изучение бактериальной и микофлоры пещеры), биоспелеологические наблюдения.

Кунгурский стационар все эти годы был базой и консультационным центром для спелеологов Урала и всей страны.

В 2000 г. Горный институт УрО РАН получил задание Комитета природных ресурсов по Пермской области на создание Банка данных режимных наблюдений по Кунгурской ледяной пещере. Целевое назначение работ – систематизация материалов по многолетним наблюдениям за состоянием КЛП. В их ходе создается электронная база данных, содержащая сведения о геологии, гидрогеологии, гидрохимии, микроклимате пещеры и их изменениях за многолетие (1934-1999 гг.). Научное руководство работами осуществляет проф. В. Н. Дублянский.

50-60-е гг. Дзержинская карстовая станция создана в 1954 г. по инициативе проф. И. В. Попова. В 1954-1964 гг. работает как структурное подразделение ЛГГП им. Ф. П. Саваренского; в 1964-1978 гг. – ПНИИИСа Госстроя СССР; в 1978-1991 гг. как карстовая лаборатория входит в ПНИИС Госстроя РСФСР; с 1991 г. по настоящее время существует как ГП "Противокарстовая и береговая защита". Практические создатели: И. А. Саваренский, А. Н. Ильин; директора: С. М. Чихачев, Е. Г. Качугин, А. Н. Ильин, В. В. Толмачев. Карстовая станция занималась вопросами строительного освоения закарстованных территорий. Ей принадлежат приоритетные разработки по суффозионно-карстовым процессам, развивающимся в условиях покрытого равнинного карста. Непосредственно проблемами спелеологии стационар не занимался, но новые данные об исследованиях пещер широко использовались при проведении моделирования с использованием эквивалентных материалов. В ряде случаев пещеры Поволжья использовались как натурные аналоги при проведении геофизических и прочих исследований.

Адлерский стационар. В 1956-1963 гг. существует как Адлерская комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая станция ЛГГП им. Ф. П. Саваренского (дир. Л. И. Романика), в 1963-2001 гг. переходит в ведение ПНИИИСа (СССР, РСФСР, РФ), в 1963-1969 гг. – как Адлерская станция, в 1969-1975 гг. – как Адлерский отдел Сев. Кавк. филиала, в 1975-1980 гг. – как Адлерская гидрогеологическая лаборатория; с 1980 г. – как Адлерская комплексная инженерно-геологическая и гидрогеологическая лаборатория (с 1965 г. дир. В. И. Клименко). Стационар занимался вопросами гидрогеологии и инженерной геологии Северного Кавказа.

Карстовая тематика разрабатывалась в 60-е гг. (Н. И. Соколов, Е. И. Олли, А. А. Колодяжная, В. П. Зверев, С. С. Прокофьев, Ю. П. Пастушенко). Был исследован флишевый карст Черноморского побережья Кавказа; в Воронцовской пещере проведены работы по изучению микроклимата, конденсации, гидрохимии (1956-1966 гг.). Работы завершены не были.

В 1979-1996 гг. творческое содружество с Симферопольским университетом (рук. В. Н. Дублянский) и спелеологами страны (В. В. Илюхин и др.) позволило исследовать карст Сочинского района (массивы Алек, Ахцу, Дзыхра, Воронцовский, Ахштырский, Ахунский, Фишт) и Абхазии (Арабика, Бзыбский, Дурипшский, Гумишхинский, Амткельский). Были переобработаны данные наблюдений прежних лет, дополнены полустационарными (годовой цикл)

балансовыми и гидрохимическими наблюдениями на карстовых массивах Сочинского района (шахты глубиной до 500 м, вклюдзы на реках Хоста, Ац), наблюдениями у пещер Мчиш и Ново-Афонская; опытами с окрашиванием карстовых вод и пр. На основании этих исследований опубликованы монографические, методические и нормативные работы [6, 7, 15 и др.]. Стационар многие годы был базой для спелеологов страны, проводящих исследования карстовых массивов Западного Кавказа и Грузии.

Ай-Петринский стационар. Основан в 1958 г. для изучения элементов водного баланса Ай-Петринского карстового массива в Крыму. В 1958-1963 гг. входил в состав Института минеральных ресурсов АН УССР, с 1963 г. – Мингео УССР (рук. С. В. Альбов, В. Н. Дублянский). Стационар располагался в области питания карстовых вод на высоте 1100 м, близ метеостанции Ай-Петри, имеющей длинный ряд наблюдений (с 1899 г.). На метеоплощадке стационара проводились наблюдения за жидкими и твердыми осадками, испарением с грунта, воды, снега, влажностью грунтов; по маршруту длиной 7 км, проходящему через разные элементы карстового рельефа, проведено 36 снегосъемок; изучался химический состав дождевых вод и снега; организованы наблюдения за конденсацией на установке, созданной еще в 1914 г., и на конденсаторах в пещерах; проводились наблюдения в карстовых полостях массива на глубине до 200 м. Стационар был базой для проведения спелеологических работ в Западной части Горного Крыма, работ по опережающей разведке Ялтинского гидротоннеля, геофизического изучения карста и др. [4].

Работы стационара носили опытно-методический характер и в 1964-1985 гг. были продолжены Крымской комплексной гидрогеологической экспедицией. Такие же стационары были созданы в Западной (Бештекне, Большой Бабулган, Бюзюка, Ай-Дмитрий, Карадагский лес) и Восточной (Караби, Красная пещера, Чатырдаг) частях Горного Крыма) (рук. В. Д. Приблуда), что позволило рассчитать их водный баланс [19]. Работа стационаров тесно увязывалась с изучением карстовых полостей в районе их расположения.

70-е гг. Ново-Афонский стационар периодически функционировал в 1970-1977 гг. [24]. Несмотря на то, что открытая в 1961 г. Ново-Афонская пещера оборудована для туризма и в 70-80-е гг. "пропускала" ежегодно до миллиона посетителей, настоящий научно-исследовательский стационар на ее базе создан так и не был. Постоянные микроклиматические наблюдения с использованием самописцев проводились sporadично, в основном в летние месяцы (зимние замеры имеются только для февраля 1972 г.). Значительно больше объем полустационарных наблюдений. Они заключались в периодических замерах температуры и влажности воздуха, измерениях атмосферного давления, направления и скорости движения воздуха, загазованности, радиоактивности воздуха, содержания в нем аэрозолей, микробов и пр. Важные сведения о происхождении пещеры за счет смешения субтермальных минеральных и холодных карстовых вод дал годичный цикл гидрохимических наблюдений на источниках и скважинах района [8], который выполнила экспедиция ИМР-СГУ (рук. В. Н. Дублянский).

Заповедник "Пинежский" (Архангельская область). Стационарные наблюдения в пещерах сульфатного карста проводятся с 1983 г. (рук. Е. В. Шаврина). Они включают изучение изменений микроклиматических, гидродинамических и гидрохимических параметров режимных пещер; в некоторых пещерах наблюдается также динамика развития подземных льдов и активность экзодинамических процессов.

Максимальные амплитуды температур воздуха в привходовых зонах пещер составляют 65° ($+25...-40^{\circ}\text{C}$), а для зон относительной стабилизации – 18° ($+8...-10^{\circ}\text{C}$). Относительная влажность воздуха колеблется от 85 до 100%. Скорости воздушных потоков невелики (см/с), лишь в узких пережимах возрастая до м/с.

Воды пещер отличаются высокой сезонной изменчивостью. Расходы подземных потоков меняются от 10 до 5000 л/с. Амплитуда перепада их паводково-меженных уровней 1,5-3,5 м. Минерализация пещерных вод варьирует от 0,4 (паводок) до 2,5 г/л (межень). Температура воды колеблется от 0 до $2,5^{\circ}\text{C}$ (межень) при максимуме до $4-5^{\circ}\text{C}$ (дождевые паводки). Гидрохимический тип постоянен (сульфатно-кальциевый). В пещерах широко представлены сезонные и многолетние подземные льды, отличающиеся видовым разнообразием и изменчивостью. Развитие сезонного льда происходит в три цикла: предзимний (образование ледяных кристаллов, сталактитов, сталагмитов и сталагнатов, наледей, ледяных кор, покровов на озерах и ручьях); предвесенний (образование наледей во входах и в прибортовых зонах, рост кристаллов); летний (развитие конституционных льдов при промерзании переувлажненных рыхлых отложений).

Выявлена высокая активность экзогенных геологических процессов в пещерах (более 200 проявлений гравитационных, карстово-суффозионных и суффозионно-карстовых процессов). Результаты наблюдений опубликованы в ряде работ [26, 27 и др.].

Мало-Сыйский стационар. В 1975-80 гг. интересные полустационарные наблюдения за подземными льдами, накапливающимися на глубине до 45 м от поверхности, были начаты Томским университетом в пещерах Кузнецкого Алатау (рук. В. Е. Дмитриев [3]). На поверхности изучались особенности сезонного промерзания и протаивания грунтов, накопления снега, проводились наблюдения за температурой воздуха, почвы, испарением со снега и пр. Под землей осуществлялся комплекс специальных топографических, микроклиматических, гляциологических наблюдений. Для 5 из 15 многолетних ледовых образований пещер района инструментально доказано наличие собственного движения, что в сочетании с запрокинутостью слоев в языковой части и наличием морены позволяет классифицировать их как подземные ледники. Проведены реперные наблюдения за скоростью абляции, в Биджинском леднике шурфовкой установлено наличие трех генераций льдов, разделенных грязевыми горизонтами, датированными радиоуглеродным методом (1470 ± 50 и 650 ± 50 лет). К сожалению, эти очень интересные исследования в 80-е гг. были прекращены, а их результаты в полном объеме не опубликованы.

80-е гг. Краснопещерный стационар. Основан в 1983 г. Институтом минеральных ресурсов Мингео УССР (рук. Ю. И. Шутов, Л. С. Борисенко и др.) у подножья Долгоруковского массива, в области разгрузки карстовых вод. В 1983-1988 гг. изучались расходы источников, проводились опыты с окрашиванием, специальные эксперименты, продолжающие многолетние (1958-1982 гг.) полустационарные исследования по изучению микроклимата и гидрогеологии Красной пещеры (рук. В. Н. Дублянский). В работах принимали участие геологи ИГН АН УССР (рук. А. Б. Климчук) и спелеологи страны. Эти работы позволили обосновать особенности гидрогеологии горного карбонатного карста [6] и решить некоторые проблемы теоретической спелеологии. К сожалению, они не были завершены публикацией монографии о Красной пещере.

Стационарные работы ККСЦ. С 1980 г. активные стационарные и полустационарные исследования динамики карстового процесса начал Киевский карстово-спелеологический центр (рук. А. Б. Климчук). Работы проводились разными методами (гидролого-гидрохимическими, экспериментальными лабораторными и натурными и пр.) и на разных объектах (Короливский участок у пещеры Озерная, наблюдения на поверхности и в разных ситуациях под землей; Мамалыжский участок у пещеры Золушка, наблюдения на поверхности и на разной глубине подземных озер; Николаевский участок в зоне карьера цементного комбината, наблюдения в скважинах на глубине 15-30 м; Язовский участок в районе серного месторождения, наблюдения на поверхности и в скважинах на глубине 35-100 м). На основании этих работ получены важные данные о динамике карстового процесса в гипсах в разных гидродинамических зонах и частях пещер [12], которые позволили обосновать очень продуктивную артезианскую теорию образования пещер [11].

Полустационарные работы разных направлений (изучение путей и скорости движения карстовых вод индикаторными и изотопными методами; газового состава воздуха карстовых полостей и изотопного состава углерода в нем; радонометрические исследования в карстовых полостях и пр.[12, 13]) ККСЦ проводил в условиях равнинного (Подолія, Равнинный Крым, Кунгурская пещера) и горного карста (Красная и Мраморная пещеры, Крым; массивы Бзыбский, Арабика и Арчери, Кавказ; район Гаурдакской пещеры и шахты Киевская, Средняя Азия).

Следует отметить не только высокую экспедиционную активность киевских спелеологов, но и их высокую теоретическую подготовку. Приведем лишь один пример. В настоящее время в качестве нормативного для определения активности карстового процесса рекомендуется метод расчета В. П. Зверева [22]. Исследования С. Д. Аксема и А. Б. Климчука [1] показали, что константы равновесия реакций растворения сульфатных минералов, предложенные Зверевым, резко выпадают из поля наиболее часто встречающихся в литературе констант. Расчет по гидрохимическим данным, без учета особенностей гипса как кристаллогидрата, занижает расчетные оценки карстовой денудации более чем на 25%.

Кроме рассмотренных выше стационарных и полустационарных режимных наблюдений и исследований аналогичные краткосрочные работы неоднократно выполняли другие исследовательские и спортивные коллективы. Сведения о них рассеяны в статьях и тезисах докладов на разных совещаниях. Упомянем только о работах Института географии АН СССР в шахте Снежная под руководством Б. Р. Мавлюдова, томских спелеологов под руководством В. Д. Чуйкова – в нивально-коррозионных шахтах Бзыбского массива, львовских спелеологов и студентов СГУ – на источниках у пещеры Озерная (Подолія), Башкирского университета по замерам количеств капли в пещерах Новомурадымовская и Шульган-Таш [5, 10].

В заключение следует упомянуть об участии отечественных спелеологов и карстоведов в международном эксперименте, который осуществил в конце 70-х гг. под эгидой Международного союза спелеологов профессор Люблинского университета И. Гамс. В десятки стран мира были разосланы несколько тысяч "таблеток" – напильных алмазной пилой тонких пластинок из керна скважин, пробуренных в меловых известняках Динарских гор. Согласно методике эксперимента их следовало установить в условиях открытого и покрытого карста: на поверхности и на разной глубине под почвенным покровом и рыхлыми отложениями. Первая партия таблеток (190 шт.) поступила в ИМР (Симферополь) и была установлена в разных частях Горного и Равнинного Крыма; вторая (более 300 шт.) – разослана из Крыма в разные карстовые районы страны. Результаты взвешивания таблеток через один и два года были обработаны и вошли в сводку данных о карстовой денудации мира [28].

Таким образом, несмотря на трудности организации стационарных работ и в особенности – сохранения творческих коллективов в течение длительного периода, в стационарном изучении карстовых полостей и карста в бывшем СССР были достигнуты значительные успехи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аксем С. Д., Климчук А. Б. Исследование равновесий в системе "порода-раствор" и некоторые другие проблемы гидрохимии сульфатного карста // Экспресс-публикации ККСЦ. Киев, 1991. Вып. 15.
2. Горбунова К. А., Дублянский В. Н. Из истории отечественной спелеологии (вторая половина XX в.) // Пещеры. Пермь, 1999.
3. Дмитриев В. Д. Специфика колебаний пещерных ледников Кузнецкого Алатау // Материалы гляциологических исследований. М.: Межведомственный геофизический комитет, 1979. Вып. 36.
4. Дублянский В. Н. Гидролого-гидрогеологическая изученность Горного Крыма и некоторые аспекты водобалансовых расчетов в карстовых областях // Тр. Совещ. по вопросам комплексного изучения поверхностных и подземных вод в карстовых районах. Л.: Гидрометеоздат, 1969.
5. Дублянский В. Н. Из истории отечественной спелеологии (первая половина XX в.) // Пещеры. Пермь, 1999.
6. Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. М.: Наука, 1984.

7. Дублянский В. Н., Клименко В. И. и др. Карст и подземные воды горных массивов Западного Кавказа. Л.: Наука, 1985.
8. Дублянский В. Н., Тинтилов З. К. и др. Гидрогеологические особенности и происхождение Ново-Афонской пещеры // Природа и хозяйство Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1977.
9. Ефремов Ю. К. Из опыта военно-топографических обследований фронта // Вопросы географии. М.: Мысль, 1985. Т. 128.
10. Кинзикеев А. Р. Геодинамика и карстовый процесс // Инженерная геология карста. Пермь: Изд-во ПГУ, 1993. Т. 2.
11. Климчук А. Б. Артезианское происхождение крупных лабиринтовых пещер в миоценовых глинах Западной Украины // ДАН СССР. 1990. Сер. Б. № 7.
12. Климчук А. Б., Аксем С. Д. и др. Режимное изучение активности гипсового карста западных областей Украины: Препринт ИГН АН УССР. Киев, 1988. № 88-44.
13. Климчук А. Б., Наседкин В. М. Радон в пещерах СНГ // Свет. Киев, 1992. № 4 (6).
14. Колоджная А. А. Агрессивность природных вод в карстовых районах Европейской части СССР. М.: Наука, 1970.
15. Комплексные карстолого-спелеологические исследования и охрана геологической среды Западного Кавказа (методические рекомендации) / Дублянский В.Н. и др. Сочи, 1987.
16. Лавров И. А. Кунгурскому стационару 50 лет // Пещеры. Пермь, 1999.
17. Максимович Г. А. Задачи карстовой конференции // Тезисы докладов карстово-спелеологической конференции. Пермь, 1947.
18. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1958.
19. Приблуда, В. Д., Коджаспиров А. А., Дублянский В. Н. Баланс подземных вод юго-западной части Горного Крыма // Киев. Геол. журнал. 1979, № 2.
20. Прихотько Г. Ф. Микроклиматические наблюдения в карстовой пещере Кавказского побережья // Вопросы карста на юге Европейской части СССР. Ялта, 1956.
21. Проблемы рационального использования и охраны геологической среды Крыма и прилегающих районов / Дублянский В.Н. и др. Киев: Препринт ИГН АН УССР № 89-93, 1990.
22. Рекомендации по проведению инженерно-геологических изысканий карстовых областей Черноморского побережья СССР. М.: Стройиздат, 1986.
23. Саваренский И. А., Миرون Н. А. Руководство по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста. М.: ПНИИИС, 1995.
24. Тинтилов З. К. Ново-Афонская пещерная система. Тбилиси: Мецниереба, 1983.
25. Ферсман А. Е. Геохимия пещер // Природа, 1952. № 3.
26. Шаврина Е. В. Воды территории заповедника. // Структура и динамика природных компонентов Пинежского заповедника. Биоразнообразие и георазнообразие в карстовых областях. Архангельск, 2000.

27. Ш а в р и н а Е. В., М а л к о в В. Н., Геологическое строение и рельеф // Структура и динамика природных компонентов Пинежского заповедника. Биоразнообразие и георазнообразие в карстовых областях. Архангельск, 2000.

28. G a m s I. International comparative Study of Limestone Solution by means of standard tablets // Actes du Symp. Intern. sur l'erosion karstique. Aix-en-Provanse, 1979. Vol. 1.

С. М. Баранов
Челябинский отдел РГО

**ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ КАРСТА И ПЕЩЕР
ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ
(XVIII-XIX вв.)**

S. M. Baranov
**THE HISTORY OF STUDYING OF KARST AND CAVES
IN THE CHELYABINSK AREA**

It is the first attempt to study a course of the history and to allocate investigation phases of karst and caves in territory of the Chelyabinsk area in XVIII-XIX centuries. The beginning is necessary to researches P.I. Rychkova's by works and P.S. Pallasa's academic expeditions, I.I. Lepelina and I.P. Fal'ka. Little-known references of this period are considered some. The brief phisic-geographical and karstic-speleological characteristic of the Chelyabinsk area, and the results of research of karst and caves are given.

В работе делается попытка проследить историю изучения и выявить основные этапы исследования карстовых явлений и пещер Среднего и Южного Урала в пределах Челябинской области, которая в ее сегодняшних границах располагалась в разные годы на территориях Оренбургской, Пермской, Уфимской и Челябинской губерний. Административное формирование области началось в первой половине XVIII в. Затем в течение 200 лет ее подчиненность, границы и площадь несколько раз менялись. Мы рассматриваем территорию области, образованной 6 февраля 1943 г., в ее современных границах.

Челябинская область расположена на восточных и западных склонах Уральского хребта, в пределах Среднего и Южного Урала, на границе Европы и Азии. Основная территория находится в азиатской части России, на долю европейской приходится только пятая часть области площадью около 16 тыс. км².

Общая площадь составляет 88,5 тыс. км². Она простирается с севера на юг на 490 км, с запада на восток – на 400 км и находится в пределах двух

физико-географических стран: Уральской горной и Западно-Сибирской низменной. Здесь выделены три зоны: горно-лесная, лесостепная и степная. Все это определяет разнообразие рельефа Челябинской области. Вместе с прочими многообразными формами рельефа в ее пределах широкое распространение получили и различные карстовые явления и формы.

Почти треть территории Челябинской области (около 30 тыс. км²) сложена известняками, доломитами, доломитизированными и мраморизованными известняками, мраморами и, в незначительной степени, гипсами. Возраст этих горных пород – от протерозоя до нижней перми. Наиболее закарстованы известняки визейского яруса карбона, но карстовые формы известны также и во всех других возрастных группах карбонатных отложений.

В литологическом отношении крупные карстовые полости приурочены преимущественно к известнякам и доломитам. Но известны также карстовые формы в мраморах (Сугомакская пещера, останцевый карст Верхне-Уфалейского массива). Интересны Багарякские карстовые колодцы в карбонатных конгломератах (кластокарст). Известны небольшие пещеры и гроты, возникшие за счет выщелачивания линз пород карбонатного состава.

На территории Челябинской области выявлен и описан ряд псевдокарстовых полостей в диоритах, порфиритах, амфиболитах, миасскитах, серпентинитах, гнейсах, кварцитах, сидеритах, конгломератах, песчаниках, сланцах и пр.

В области представлены почти все морфологические формы карста: воронки, котловины, поля, лога, суходола, провалы, колодцы, шахты, пещеры. Зафиксированы и такие редкие формы, как навесы, карстовые арки и мосты, исчезающие и подземные реки, пульсирующие карстовые источники ("Пропавший ключ" у г. Миньяра).

Карстовые районы Челябинской области располагаются в разных тектонических структурах. Но в большей степени карст развит в Восточно-Уральском синклинии, Симской мульде, Уфимском амфитеатре, зоне Ашинского разлома.

Согласно схеме спелеологического районирования Урала и Приуралья [3] в Уральской спелеологической стране выделено шесть провинций, шестнадцать областей и сорок четыре района. Известные на сегодня карстовые и псевдокарстовые формы области находятся в пределах пяти спелеопровинций, восьми областей и двенадцати спелеорайонов. Это свидетельствует о довольно широком распространении карста и пещер на территории области. Вполне естественно, что это не могло остаться без внимания первых и многочисленных последующих исследователей природы Южного Урала.

XVIII век. В первой четверти XVIII в. Урал становится важным центром бурно развивающегося горного дела и металлургии, а также своеобразным "окном" в Сибирь и Среднюю Азию. Грандиозные начинания Петра I, направленные на расширение границ Российского государства, освоение новых территорий и развитие новых производственных центров, остро нуждались в полномасштабных географических исследованиях на новых землях, всестороннем изучении природы края, выявлении его сырьевых ресурсов,

определении удобных мест для строительства крепостей, заводов, дорог и населенных пунктов.

Первой к реализации этих задач приступает созданная в 1734 г. по инициативе И. К. Кириллова Оренбургская экспедиция. Она начинает изучение и хозяйственное освоение Ю. Урала, поиск полезных ископаемых, составление описаний природы и создание географических карт. В составе экспедиции работает и будущий первый член-корреспондент Российской академии наук П. И. Рычков.

В одной из его работ [10] находим первые сведения о карстовых явлениях и пещерах Челябинской области. П. И. Рычков описывает большую пещеру в долине р. Сим (в конце XIX в. названной Игнатиевской) и две пещеры на р. Увельке (современные названия Притон и Казачий Стан). Он также описывает природный феномен – исчезновение р. Сим под землей. В этой же работе (1750) имеется первое упоминание об использовании южноуральских пещер раскольниками-старообрядцами в качестве убежищ. Здесь же имеется указание на добычу так называемой "селитряной земли" из пещер для изготовления пороха.

Следующей важной вехой в истории изучения природы Ю. Урала является 1768 г. Из Санкт-Петербурга в разные концы России выезжают научные отряды академических экспедиций, организованных по проекту М. В. Ломоносова. Их основными целями являлось выявление, тщательное описание и углубленное изучение всех естественных ресурсов новых частей Российского государства. Три из пяти отрядов, именуемые Оренбургскими, проложили свои маршруты по Уралу. Во главе отрядов становятся такие известные российские ученые, как П. С. Паллас, И. И. Лепехин и И. П. Фальк. Все они при изучении природы края в той или иной степени уделяют внимание описаниям карстовых явлений и пещер.

В мае 1770 г. П. С. Паллас лично проводит осмотр и изучение ряда пещер в долинах рек Сим, Юрюзань и Ай. У Симского завода он исследует две пещеры в горе Жукова Шишка и на западном берегу заводского пруда. В одной из них находит большое число костей. Выше по течению р. Сим, в горе Ямазы-Гаш, П. С. Паллас посещает пещеру, уже известную П. И. Рычкову. Он подробнейшим образом описывает ее, фиксирует наличие в ней костей не только животных, но и человека. Это первый в пещерах Челябинской губернии и, возможно, первый на территории России опыт археологических исследований пещер. Спустя 210 лет именно в этой пещере (Игнатиевской) будет совершено сенсационное археологическое открытие – обнаружены пещерное святилище и подземная картинная галерея древних людей эпохи палеолита.

Затем П. С. Паллас исследует пещеры в долинах рек Юрюзань и Ай. На реке Ай он делает попытку осмотреть пещеру, где "башкирцы из деревни Биктуган достают множество селитренной земли, из коей и делают порох...". Но местные жители "не восхотели" показать ему это место. В конце августа П. С. Паллас поручает студенту Соколову осмотреть пещеры рядом с укрепленным селом Коельским. Он выполняет эту работу и делает подробное описание двух

полостей в долине р. Увельки, называя их Кичигинской (Казачий Стан) и Иткульской (Притон). Ранее эти пещеры уже упоминались в работе П. И. Рычкова.

Все собранные в экспедиции материалы П. С. Паллас опубликовал в многотомном труде [7]. В этой работе важны подробные описания пещер, вторичных образований и рыхлых отложений подземных полостей, фиксация костных остатков, упоминания о подземных водах и льдах, элементах микроклимата. Определенный интерес представляют сведения об использовании пещер старообрядцами в качестве тайных молелен.

Одновременно с П. С. Палласом к исследованию Урала приступает другой видный ученый – И. И. Лепехин. Хотя "нитка" его маршрута много раз пересекает путь П. С. Палласа, она нигде не повторяет его. В опубликованной работе И. И. Лепехина [4] мы находим описание пещеры при деревне Колпакове на реке Багаряк (ныне пещера Зотинская) в бассейне рек Синара и Исеть. В археологических отчетах В. Я. Толмачева (1914) она же упоминается под названием "пещера Лепехина". В отличие от ошибочных утверждений П. И. Рычкова о происхождении пещер "от подземного огня" или "руками человеческими строена", И. И. Лепехин одним из первых приходит к правильному выводу об образовании пещер в результате растворяющей деятельности подземных вод.

В 1771 г. к изучению Урала приступает экспедиция И. П. Фалька, а затем, после его смерти, ею руководит И. И. Георги. В материалах экспедиции [12] встречаются указания на два региона распространения осадочных пород "белая слюдястая известь" в долинах рек Увелька и Багаряк. Здесь же есть описание двух пещер – Большой и Малой Коелгских (пещера Казачий Стан с двумя входами). В отдельных работах И. И. Георги имеются также упоминания о месте исчезновения р. Сим под землей и ее выходе на поверхность.

Таким, образом, исследованиями этих ученых в XVIII в. была затронута западная, горнозаводская часть Челябинской области (долины рек Сим, Юрюзань, Ай), центральная часть (долины рек Коелга, Сухарыш, Увелька), а также северо-восточная часть области (долины рек Багаряк, Синара, Исеть). Их же усилиями было впервые изучено и описано шесть пещер. Но главной заслугой П. И. Рычкова, П. С. Палласа, И. И. Лепехина, И. П. Фалька и И. И. Георги явилось то, что они первыми из ученых выявили на Ю. Урале наличие осадочных пород и пещер и тем самым проложили дорогу для будущих открытий в подземном мире Челябинской области.

XIX век. После Академической экспедиции И. П. Фалька (1772) в последующие сто лет серьезных работ по изучению карста и пещер в Челябинской области не проводилось. Анализ доступных литературных источников XIX в. показывает, что все приводимые в них сведения о пещерах берутся из материалов исследователей XVIII в. В то же время в отдельных публикациях начинают появляться всевозможные легенды, так или иначе связанные с пещерами. И лишь в последней четверти XIX в. появляются новые интересные сведения о пещерах.

Первая заслуживающая внимания информация содержится в статье действительного члена Уфимского статистического комитета Р. Г. Игнатьева [2]. В ней есть указания на наличие в Ильменских горах пещеры (ныне – Савельев грот в миасскитах). Эта статья содержит целый пласт устного народного творчества в виде различных легенд, мифов и преданий, связанных с пещерами. Это клады Пугачева и богатых уральских заводчиков, тайные убежища и молельни старообрядцев, отшельников и различных "святых", мастерские фальшивомонетчиков, склады оружия и т. п.

Особое место среди прочих публикаций XIX в. занимает работа М. Зверинского [1]. Это первая обобщающая сводка по всем известным к тому времени в литературе пещерам и карстовым явлениям на территории Ю. Урала и Челябинской области. М. Зверинский приводит информацию об изданных материалах исследований ученых и путешественников XVIII в., а также привлекает источники первой половины и середины XIX в. Среди них: Оренбургские (за 1817, 1847, 1848, 1850, 1852, 1859 и 1864 гг.) и Уфимские (за 1867 и 1872 гг.) губернские ведомости, Памятная книга Оренбургской губернии (1865), Вестник Императорского Русского географического общества (1856), Журнал Министерства внутренних дел (за 1836, 1841, 1848 и 1860 гг.), Горный журнал (1853), Материалы для статистики России (1839), Военно-статистический обзор Оренбургской губернии. Кроме этого в сводке приводятся сведения о пещерах, осадочных породах и их возрасте из книг Г. Е. Щуровского [14] и Э. А. Эверсмана [15]. Большая часть сведений о пещерах – это результаты работы П. И. Рычкова и академических экспедиций.

Интересные сведения содержатся в публикации М. В. Малахова [6]. Он подверг археологическому изучению ряд пещер и гротов на Среднем и Южном Урале в Сухом логу на р. Пышме и в верховьях р. Миасс у Верхне-Миасского золотого прииска. В небольшом навесе на р. Миасс он обнаруживает ценный научный археологический и палеонтологический материал: большое количество костей древних животных, кремневые ножи и осколки, две костяные стрелы. Этой работой М. В. Малахов, по сути, открывает новый этап и направление в изучении археологии и палеонтологии пещер Урала. Его работы – это первые серьезные научные археологические разведки в гротах и пещерах Среднего и Южного Урала. "Желая дальнейших работ" в этом направлении, М. В. Малахов предвидел те сенсационные археологические открытия в пещерах Урала, которые будут здесь сделаны в середине и во второй половине XX века.

В работе действительного члена Уфимского губернского статкомитета Н. Н. Макаровского [5] впервые встречаем целый ряд любопытных событий и фактов, касающихся большой пещеры "верстах в пяти от Серпиевки" (Игнатиевской). Речь идет о проживании в ней некоего старца (сподвижника, отшельника, "святого"), его погребении прямо в пещере, о "святости" пещеры и крестных ходах к ней жителей окрестных заводов и деревень, подземной избе в дальнем гроте и укрытии беглых людей. Все это в дальнейшем дает пищу для множества публикаций, легенд и преданий на эти темы. Публикация Н. Н. Макаровского становится отправной точкой для ошибочного утверждения о наличии в этом районе двух якобы разных пещер. В одной из них жил, умер и

был погребен старец, а вторая – это пещера, уже известная по описаниям П. И. Рычкова и П. С. Палласа. К сожалению, эта ошибка встречается во многих литературных источниках конца XIX – начала XX в.

В 1880 г. на Южном Урале приступает к работам по составлению 139-го листа общей геологической карты России геолог Ф. Н. Чернышев. Основное внимание он уделяет северной части Южного Урала и Предуралья, вопросам изучения стратиграфии и палеонтологии. Одновременно с геологическими исследованиями Ф. Н. Чернышев собирает ценный материал о рельефе западного склона Урала и некоторых замечательных природных явлениях этого края. Результаты десятилетних работ обобщены и изданы им в трудах Геологического комитета [13].

В описательной части 139-го листа приводятся различные сведения о пещерах этого района, в том числе и о пещере Ямазе-Таш, ранее описанной П. С. Палласом. Именно Ф. Н. Чернышев впервые называет ее в честь "старца Игнатия". Кроме этого приводится описание пещеры-источника под склоном хребта Аджигардак (ныне пещера Гореловская) и упоминается пещера в Шельцовой горе на р. Атя (ныне пещера Сухая Атя, самая длинная в Челябинской области). Ф. Н. Чернышев обращает внимание на то, что р. Атя у Шельцовой горы разделяется на два рукава, один из которых уходит в трещины известняка, а другой впадает в р. Ук. Это подтверждается и современными наблюдениями.

Новую необычную по тем временам информацию мы находим в "Протоколах заседания..." за 1897 г. [8]. В них обнародован призыв к учителям и воспитанникам учебных заведений Оренбургской губернии заняться в каникулярное время изучением родного края, памятников старины, в том числе курганов и пещер. Результатом обращения стало выявление у поселков Кичигинского и Кособродского "никем не исследованных пещер". Это, вероятно, истоки широко распространившегося в советское время массового движения по изучению родного края учащейся молодежью – краеведения.

В этих же "Трудах..." помещено сообщение казачьего атамана Ф. М. Старикова [11], первого историка Оренбургского казачьего войска. Откликаясь на призыв Ученой архивной комиссии, он лично осмотрел и описал на подведомственной ему территории две группы пещер – Притон у Коельской станицы и Казачий Стан – у поселка Кичигинского. В первой пещере обнаружены следы пребывания людей (ветхие деревянные полки, вкопанный крест, косяки от дверей, кости).

Завершает публикации XIX в. туристский путеводитель [9]. В нем, помимо разнообразной информации о природно-исторических объектах Урала, имеются многочисленные сведения о пещерах. Впервые упоминается Сугомакская пещера у Кыштымского завода, предлагаются к экскурсионному осмотру уже известные подземные полости в долинах рек Катав и Сим. Завершается описание пещер следующим заключением: "... вообще Южный Урал чрезвычайно богат пещерами и в Уфимской, например, губернии они есть во всех уездах, кроме Бирского и Мензелинского".

Выход в свет в конце XIX в. справочника-путеводителя – событие по тем временам весьма примечательное. Уже тогда наши соотечественники испытывали тягу к путешествиям по Уралу и России и нуждались в специальной туристско-экскурсионной литературе.

Вся собранная за полтора века информация привлекла внимание специалистов различных областей знания и подготовила почву для последующего широкомасштабного изучения карста и пещер Челябинской области, которое начнется здесь в XX в.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. З в е р и н с к и й М. Уфимская губерния. Список населенных мест по сведениям 1870 года. СПб.: Центр. стат. комитет Министерства внутренних дел, 1877.
2. И г н а т ь е в Р. Г. Курганы в приуральских местах Оренбургской губернии // Уфимские губернские ведомости. 1865. № 49.
3. Л а в р о в И. А., А н д р е й ч у к В. Н. Пещеры Урала и Приуралья // Пещеры. Пермь, 1993.
4. Л е п е х и н И. И. Продолжение записок путешествия Академика Лепехина // Полное собр. соч. ученых путеш. по России. СПб, 1822. Т. 4.
5. М а к а р о в с к и й Н. Н. Географическое и статистическое описание пятого стана Уфимского уезда. Уфа: губ. типография, 1887.
6. М а л а х о в М. В. Посмертные записки (1875-1885 гг). Вторая серия "Доисторические времена на Уральских горах. 1. Каменный век" // Зап. Ураль. об-ва любителей естествознания, 1908. Т. XXVII.
7. П а л л а с П. С. Путешествия по разным провинциям Российского государства. СПб, 1786. Ч. 2. Кн. 1.
8. Протоколы заседания комиссии // Труды Оренбургской ученой архивной комиссии. Оренбург, 1898. Вып. IV.
9. Путеводитель по Уралу. Екатеринбург: Изд-во газеты "Урал", 1899.
10. Р ы ч к о в П. И. Топография Оренбургская, то есть обстоятельное описание Оренбургской губернии, сочиненное Императорской Академии наук корреспондентом Петром Рычковым. СПб, 1762. Ч. 1-2.
11. С т а р и к о в Ф. М. Сведения о предметах старины в станицах и поселках 3-го военного отдела Оренбургского казачьего войска // Тр. Оренб. учен. архив. комис. Оренбург, 1898. Вып. IV.
12. Ф а л ь к И. П. Записки путешествия академика Фалька. // Полн. собр. ученых путешествий по России. СПб, 1824. Т. 6.
13. Ч е р н ы ш е в Ф. Н. Описание центральной части Урала и его западного склона // Общая геологическая карта России, лист 139. СПб, 1889. Т. III. № 4.
14. Щ у р о в с к и й Г. Е. Уральский хребет в физико-географическом, геогностическом и минералогическом отношениях. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1841.
15. Э в е р с м а н н Э. А. Естественная история Оренбургского края, 1850. Казань. Ч. 2.

НОВОСТИ СПЕЛЕОЛОГИИ

SPELEOLOGICAL NEWS

Ю. М. Касьян, А. Б. Климчук
Украинская спелеологическая Ассоциация

ПЕЩЕРА КРУБЕРА (ВОРОНЬЯ) НА АРАБИКЕ - ГЛУБОЧАЙШАЯ В МИРЕ

J.M. Kasjan, A.B. Klimchuk
**KRUBER'S CAVE (VORONIA) ON THE ARABICA-MASSIF –
THE DEEPEST IN THE WORLD**

From 25.12.2000 to 18.01.2001 by the expedition of the Ukrainian Speleological Association on the Arabica-massif in Abkhazia in Kruber's cave (Voronja) achieves depth of 1710 meters

На рубеже столетий, 25.12.2000-18.01.2001, состоялась экспедиция Украинской спелеологической Ассоциации (УСА) на массив Арабика в Абхазии, в результате которой разведана новая глубочайшая пещера мира. Ей стала пещера Крубера (Воронья), где достигнута глубина 1710 м.

Пещера расположена в троговой долине Ортобалаган. Входовая шахта глубиной 60 м и участок меандра до узостей на глубине около 75 м были обследованы грузинской экспедицией в 1960 г.; тогда же шахта получила название Крубера [1, 5].

С 1980 г., после консультаций с В. Н. Дублянским [3], Ортобалаган становится основным районом работ киевских спелеологов, которые в последующее десятилетие исследовали крупнейшие пещеры Куйбышевскую (-1110 м) и Генрихову Бездну (-965 м), в 1989 г. соединенные в систему Арабикская. В 1982-1987 гг. они приложили огромные усилия к дальнейшему прохождению шахты Крубера, которая, как предполагалось, могла соединиться с системой Арабикской, увеличив ее глубину на 60 м. Основным препятствием являлись очень узкие наклонные меандры между колодцами. К 1987 г. шахта была пройдена до -340 м и дальнейшие работы в ней были приостановлены. На выполненной в то время съемке шахты в 60-метровом колодце, начинающемся от отметки -220 м, обозначены два "окна", которые остались необследованными.

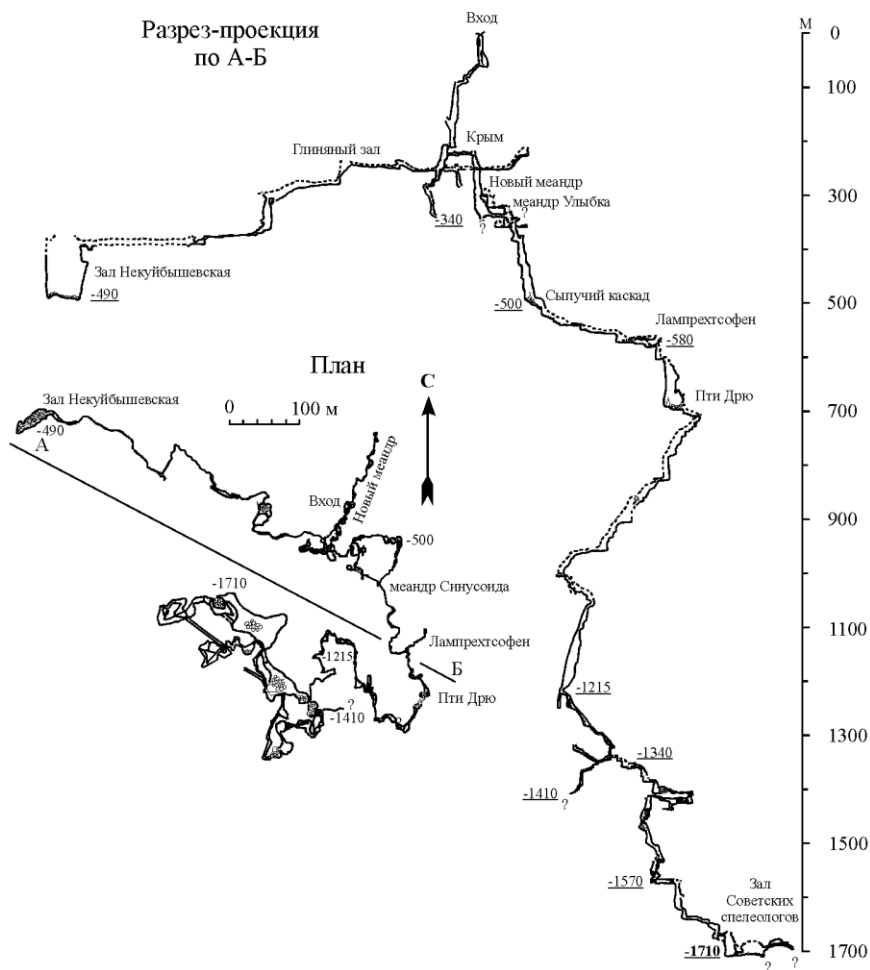


Рис. 1. План и разрез-проекция пещеры Крубера (Воронья). Составлено авторами по материалам экспедиций УСА

В августе 1999 г. экспедицией УСА (команда "Второй Эшелон", рук. Ю. Касьян) в обоих "окнах" были обнаружены продолжения. Одна ветвь простиралась в сторону шахты Куйбышевской, но прошла в стороне от нее и закончилась обвальным залом на глубине 490 м (рис. 1). Вторая ветвь была обследована до отметки -750 м и продолжалась. В 2000 г. экспедиция УСА (рук. Ю. Касьян) проходила в два этапа: в августе команда "Второй Эшелон" достигла отметка -1215 м; сентябре франко-испанская команда MTDE и

Д. Провалов (Москва) прошли до уости на -1410 м. Тогда же был обнаружен возможный обход (меандр на отметке -1340 м).

Основу зимней экспедиции УСА на рубеже 2000-2001 гг. (рук. Ю. Касьян) составила команда CAVEX. В нее вошли 11 спелеологов Украины и России: Ю. Касьян, Ю. Тимошевская, А. Пovyкайло (Полтава); С. Зубков, О. Климчук, Н. Соловьев (Киев); В. Галас (Ужгород); К. Мухин, Д. Провалов, Д. Склярeнко (Москва); И. Жарков (Екатеринбург-Филадельфия). Ее результатом явилось дальнейшее прохождение пещеры до -1710 м, что почти на 80 м превысило предыдущее рекордное достижение в системе Lamprechsofen-Vogelshacht (-1632 м, Австрийские Альпы).

Вход в пещеру Крубера (Воронья) расположен в средней части троговой долины, на отметке 2240 м. Основная ветвь пещеры представляет собой чередование крупных колодцев (40-150 м глубиной) или каскадов вертикальных уступов (суммарной глубиной 25-50 м) со сравнительно небольшими наклонными меандрами. В плане она развивается сначала поперек оси антиклинали ("старая часть"), затем – вдоль ее оси, а с отметки около -700 м – сложными петлями в пределах блока, ограниченного разломами. Хотя эта ветвь несколько сдвинулась на юго-восточное крыло антиклинали, она пока остается в границах троговой долины (одного из ледниковых цирков ее южного борта).

По размерам меандров и залов и по расходам водотоков как летом, так и зимой глубокая ветвь пещеры Крубера (Вороньей) уступает соседней пещере Куйбышевской. Вода в шахте появляется на нескольких уровнях небольшими притоками (расход около 1-2 л/с), которые вскоре теряются. Несмотря на рекордную глубину, пещера не вывела пока к гипотетическому коллектору, в который могут соединяться пещерные системы трога Ортобалаган. Шахта закончилась завалом в крупном зале (зал Советских Спелеологов), в котором отмечены следы сравнительно невысокого (до 10 м) подтопления, обусловленного местным подпором, создаваемым завалом в паводки. Отсутствие признаков более сильного подтопления, которого можно было бы ожидать в главном коллекторе или вблизи зоны полного насыщения, позволяет надеяться на дальнейшее продолжение пещеры.

Ветвь, направленная вниз по трогy (вдоль оси антиклинали), идет протяженными слабонаклонными ходами, прерываемыми лишь несколькими колодцами. Ее простираение контролируется главным осевым и диагональным разломами. Эта ветвь уже не может соединиться с пещерой Куйбышевской в районе большого зала на глубине 480 м. (рис. 2). Вероятно, она будет продолжаться самостоятельной ветвью на значительную глубину.

Крупные пещеры троговой долины Ортобалаган относятся к Центральной карстовой водоносной системе массива [2] и связаны с пунктами разгрузки на Черноморском побережье.

Экспериментами по трассированию, проведенными карстолого-спелеологическим отрядом ИГН АН Украины в 1984-1985 гг., доказана связь потока пещеры Куйбышевской с источниками Репроа (высота 2 м, средний

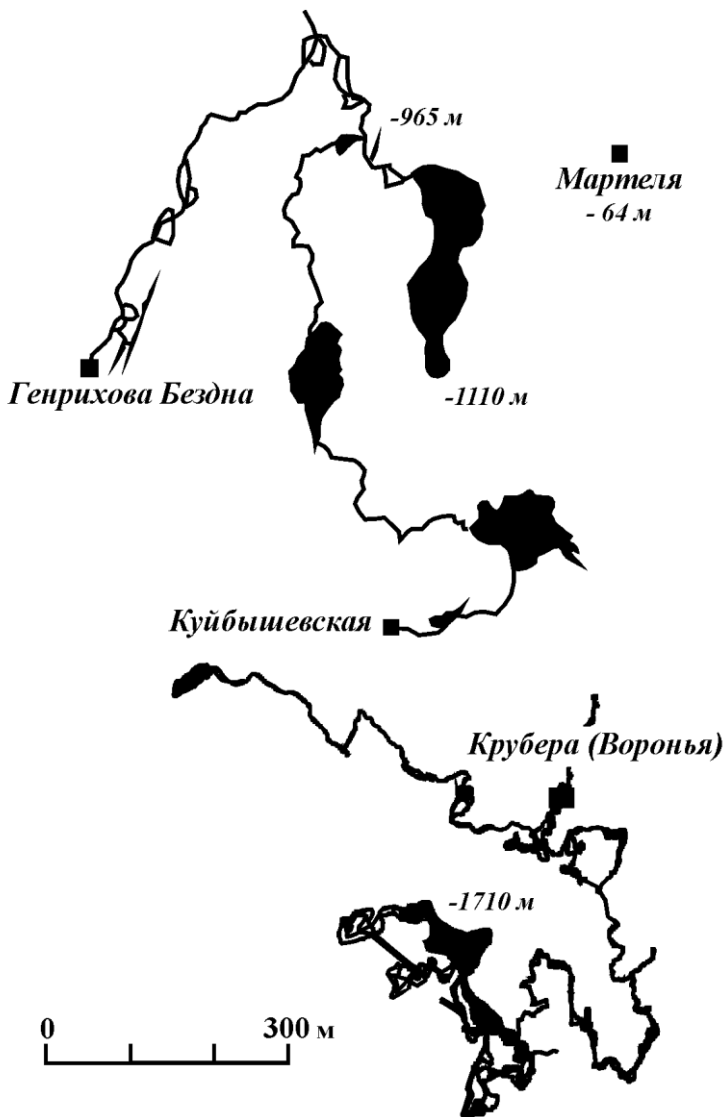


Рис. 2. Положение пещер Крубера (Воронья) и Куйбышевская в трого Ортобалаган

расход $2,5 \text{ м}^3/\text{с}$) и Холодная Речка (высота 50 м н. у. м., расход $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$). Трассер зафиксирован также в скважинах на побережье, изливающих воду с глубины несколько десятков метров, что может указывать на связь с находящимися тут субмаринными источниками. Глубинный потенциал развития пещерных систем в районе достигает 2300 м (рис. 3). УСА планирует в 2001-2002 гг. продолжить работы по исследованию пещеры

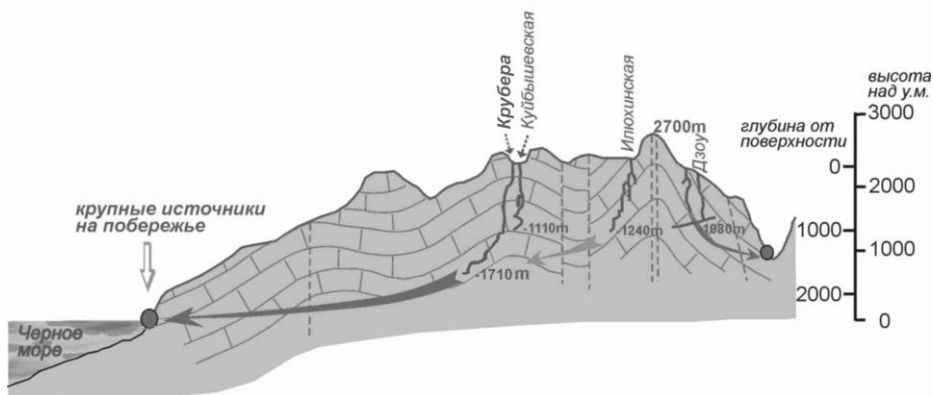


Рис. 3. Схема разгрузки карстовых вод массива Арабика

Крубера-Вороньей и других пещер трога Ортобалаган. Таким образом, предвидения Э. А. Мартеля [6] и А. А. Крубера [4] о наличии на массиве Арабика крупных вертикальных полостей блестяще подтвердились.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. К и к н а д з е Т. З. Карст массива Арабика. Тбилиси: Мецниереба, 1972.
2. К л и м ч у к А. Б. Карстовые водоносные системы массива Арабика. Пещеры. Пермь, 1990.
3. Климчук А.Б. Этика спелеологических исследований как необходимое дополнение к тактике и технике // Свет. 1996. № 1 (14).
4. К р у б е р А. А. Караби-яйла и массив Арабика // Землеведение. 1911. Т. 18. Кн. 3.
5. Т и н т и л о з о в З. К. Карстовые пещеры Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1976.
6. M a r t e l E. A. La cote de Azur Russe. Paris: Delagrave, 1904.

В. Ф. Жаков¹, У. В. Назарова²

¹Пермский клуб спелеологов, ²Пермский университет

ПЕЩЕРА МОРИЯ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

V. F. Jakov, U. V. Nazarova
CAVE MORIYA ON NORTHERN CAUCASUS

The description of cave Moriya, investigated in 2000 up to depth of 580 m is resulted.

Пещера Мория находится на Северном Кавказе в карстовом массиве Дженту, входящем в состав Передового хребта [4]. Вход в пещеру расположен в 15 км от поселка Рожкао, на высоте 2330 м. Вход представляет собой понор в тальвеге небольшого лога.

Вход в пещеру раскопан 16.08.1998 г. спелеологами Одесского спелеоклуба "Мория". С 1999 г. ее исследуют спелеологи Одессы, Москвы, Перми, Екатеринбургa, Челябинска. В 1999 г. пещера была пройдена до сифона на глубине 550 м, в 2000 г. – до сифона на глубине 580 м.

Морфометрические показатели пещеры: протяженность – 6500 м; проективная длина – 2700 м; глубина – 580 м; средняя ширина ходов – 5 м (0,4-15 м); средняя высота ходов – 10 м (0,3-30 м).

Район массива Дженту относится к северной куэсте Большого Кавказа, имеющей крутые южные и пологие северные склоны, уклон которых совпадает с углами падения пород. Карстовые полости заложены в породах джентинской свиты (верхний девон – нижний карбон), представленных чередующимися слоями серых и темносерых массивных мраморизованных известняков и кварц-альбит-хлоритовых сланцев. Район характеризуется сложным тектоническим строением и сильной трещиноватостью пород. Он находится на высотах 1800-2900 м, на верхней границе леса и в зоне альпийских лугов.

На развитие карста повлияло моноклиальное залегание известняков (угол падения на северо-восток 25°). В связи с этим многие полости (их известно около сорока) имеют пластовый характер. Их отдельные элементы развиваются по падению и простиранию пород, а также вдоль тектонических нарушений. В 2 км к СВ от пещеры Мория на высоте 1780 м располагается пещера Майская протяженностью 3110 м и глубиной 500 м [1-3]. Обе крупные полости, возможно представлявшие ранее единую гидросистему, расположены в зоне поверхностного водосбора общей площадью около 10 км² между ручьями Правый и Левый Рожкао.

В морфологическом отношении пещера подразделяется на четыре крупных участка (рисунок).

На первом участке (около 500 м) пещера развивается в субмеридиональном направлении вдоль нарушения. Преобладают обводнённые галереи шириной до

10 м, высотой до 20 м и крупные обвальные залы (до 10000 м³), разделенные колодцами глубиной до 30 м, причём начальные 100 м – крутонаклонный ход, пройденный в глыбовом завале. Уклон полости составляет в среднем 0,2 м/м.

Далее пещера разворачивается на 90° и почти километр тянется субширотно, вдоль очередного разлома. Преобладают обводнённые галереи шириной до 5 м а высотой до 15 м, расчлененные небольшими (10-15 м) колодцами. Развитие полости происходит вдоль зоны контакта, определяющим фактором являются действующие и древние водотоки. Здесь пещера представляет собой несколько параллельных систем, заложенных на разных уровнях. Это меандры, осложненные каскадами небольших уступов и колодцев (10-15 м), соединенные субгоризонтальными иногда полностью заполненными водой ходами. На первых 200 м они, в свою очередь, имеют параллельные ходы. Уклон пещеры в среднем 0,05 м/м.

На следующем участке (около 800 м) пещера вновь поворачивает на 90° и приобретает северо-восточное направление. Здесь также имеются верхние этажи. Общий характер полости аналогичен первому участку.

На последнем участке протяженностью около 350 м, пещера резко поворачивает к юго-востоку и оканчивается сифоном.

Для пещеры характерны три типа сечений: тоннели (русла ручьев, сифоны и полусифоны в темно-серых массивных мраморизованных известняках), трещинные ходы (отмечены на глубине 60-120 и 350-450 м, где полость прорезает пласты сланцев), прямоугольные ходы и обвальные залы в известняках (привходовый участок, галереи и залы на глубинах 160-200 и 240-350м).

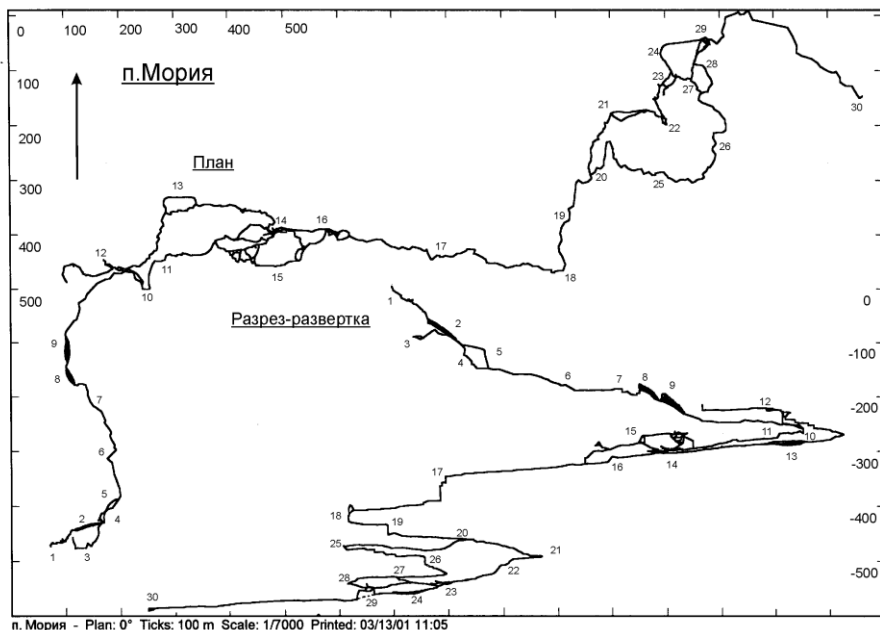
Часты независимые системы со своими водотоками на разных уровнях, обвальными залами и ходами в вертикальных трещинах. Более мощные водотоки иногда располагаются на верхних горизонтах при амплитуде между ним от 10 до 50 м.

Летом в сухой верхней части пещеры (до глубины 70 м) температура воздуха 7°С, а в обводненной – 4-5°С.

Формирование основного водотока пещеры, по-видимому, происходит на поверхности в верховых болотцах, затем он поглощается понором, расположенным выше по логу. Под землей ручей появляется на глубине 140 м. На отдельных участках он протекает в стороне от основного хода или глубоко под завалами. Ручей принимает приток на глубине 300 м, что увеличивает его расход в 3 раза, и исчезает в сифоне на глубине 580 м. В отдельных залах полости (210, 340, 420 м) наблюдается капеж. С глубины 300 м расход воды в ручье в межень примерно одинаков (10-15 л/с). После дождей паводки не наблюдались. Температура воды в пещере составляет 4,5 С.

Трассирование флюоресцеином показало, что пещера от 3-го сифона развивается в направлении "малого каньона" р. Правый Рожкао (100-110°) и разгружается источником. Перепад высот 50-80 м. Таким образом, соединение с шахтой Майская возможно только на более высоких отметках.

В пещере имеются различные отложения.



План и развертка шахты Мория

1 – Вход; 2 – Грот Одесских Спелеологов; 3 – Система Параллельная; 4 – Одесский Каскад; 5 – Красная Тропа; 6 – Водопад Ржевского; 7 – Сыпучие Перила; 8 -- Зал УСА; 9 – Зал АСУ; 10 – Колодец ПБЛ 1; 11 – Душ; 12 – Верхний вход в систему Дядя Гена, Верхний сифон системы Д Г; 13 – Большой сифон системы Д Г; 14 – Нижний вход в систему Д Г; 15 – Система Сказка; 16 – Водопад Носорог; 17 – Водопад Тройной Прыжок; 18 – Водопад Обходной; 19 – Водопад Перильный; 20 – Пермское Метро – ПБЛ 2; 21 – Прокатный Стан; 22 – Водопад Мраморный; 23 – 1-й сифон; 24- 2-й сифон; 25 – 1-й уступ Пермской галереи; 26 – Сухой колодец; 27 – ход в Раскоп; 28 – Уступ Верхнего хода; 29 – Сифонный колодец – Тигровый колодец; 30 – 3-й сифон

Остаточные отложения формируются за счет накопления и переотложения нерастворимого остатка вмещающих пород. Это глина, тонким слоем покрывающая стены некоторых трещин и куполов. Она представляет собой высокопластичную красновато-коричневую массу, ее поверхность часто покрыта микроформами оползания, образующимися при периодическом увлажнении инфильтрационными и конденсационными водами.

Обвальные отложения развиты в отдельных залах, заложенных по тектоническим нарушениям (залы УСА и АСУ). Иногда глыбы достигают нескольких метров в диаметре.

Водные хемогенные отложения имеют наибольшее распространение на субгоризонтальных участках и представлены всеми формами (сталактиты, сталагмиты, сталагнаты, бахромы, занавеси, покровы, щиты, геликтиты,

кораллиты, известковое молоко, кальцитовые коры и гуры). Сталактиты в пещере встречаются повсеместно: в галереях, нишах, небольших куполах. Имеются почти все их разновидности: от тонких трубочек (диаметр 4-5 мм, длина 10-50 см) до конусовидных форм (диаметр 30-40 см, длина 1,5-2,5 м). Сталагмиты также распространены повсеместно. Это сталагмиты-палки (высота 50-60 см), конические или пагодообразные (высота до 80 см); массивные сталагмиты неправильной формы (высота до 1,5 м), сталагмиты-гумбы (диаметр до 50 см, головка состоит из крупнокристаллической центральной части, обрамленной отдельными мелкими кристаллами). Геликтиты наиболее распространены в осушенных руслах древних водотоков. Обычно представляют собой эксцентричные формы (длина до 20 см), изгибающиеся под любым углом. Характерно наличие рядом с геликтитами вертикальных и небольших наклонных сталактитов. Для средней части пещеры, где вода поступает из горизонтальных трещин, характерны натечные коры и покровы, имеющие волнистую либо бугристую поверхность. Встречаются "многоэтажные" коры толщиной от 2 до 20 см. В системе Сказка все ходы и залы равномерно покрыты корой различной толщины и цветовой гаммы.

Пещера Мория имеет значительные перспективы исследования боковых притоков и верхних этажей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волькенау Е. В., Блинов В. А., Дякин М. Н., Киселев В. Э. Пещера Майская // Пещеры. Пермь, 1984.
2. Дублянский В. Н., Климчук А. Б. и др. Крупные карстовые полости СССР. Спелеологические провинции Большого и Малого Кавказа. Деп. в ВИНТИ, М., 1987.
3. Киселев В. Э., Добровольский И. П. Пещеры хребта Дженту // Исследования карстовых пещер. Тбилиси, 1978.
4. Костин П. А. Карст хребта Дженту // Северный Кавказ. Ставрополь, 1977. Вып. 4.

ДАЙДЖЕСТ

Из бюллетеня Красноярского краевого клуба спелеологов, 2000, № 2, 3):

- Протяженность Торгашинской пещеры, исследованной в 1968 г. (И. П. Ефремов, Р. А. Цыкин и др.), по данным экспедиции 2000 г. (рук. И. Бурмак), достигла 2900 м.

- В августе 2000 г. спелеоклуб "Арабика" (Иркутск), клуб туристов "Ирбис" (Каменногорск) и Красноярский клуб спелеологов организовали экспедицию в Монголию. Пещера Цагаан-Дэлийн-Агуй у железной дороги Улан-Батор Пекин вскрыта флюоритовым рудником в 1968 г. и, вероятно, имеет гидротермальное происхождение. Входная ее часть состоит из двух залов длиной и высотой 10-30 м, от которых имеются ответвления. По данным А. Эрдэнэдайна она имеет протяженность 607 м. На лавовом плато Дарьгана близ границы с Китаем обнаружена пещера Талын Агуй. Она заложена в лавовом потоке, вскрыта провалом и имеет длину около 40 м; на полу слой льда; вход в другую часть полости завален.

- Протяженность пещеры Ботовская в верховьях р. Лены составила 51 км. На 01.01.2001 это самая крупная пещера России.

- Длина пещеры Партизанская (Верхне-Базаихинский карстовый участок) за счет присоединения системы "Экологическая" приближается к 7 км.

Из бюллетеней Челябинского спелеоцентра "Плутон" (№ 2-4):

- 05.12.1968 г. основан Челябинский клуб спелеологов "Плутон". Его бывший председатель (1970-1975) С. М. Баранов подробно характеризовал разные аспекты деятельности и спелеологические достижения клуба.

- В 1970 г. состоялось первопрохождение пещеры Караташ в 90-метровой отвесной скале Большие Притесы на р. Ай. К сожалению, крупная полость не обнаружена. Пещера получила название "Грот Юношеский".

Из международного спелеожурнала "Свет":

В 1999-2000 гг. вышло из печати два номера (№ 20, 21). Наиболее интересная информация:

- Статьи В. Андрейчука "Аэрозоли в воздухе пещер: происхождение, распределение, эффекты" (№ 20) и В. Н. Андрейчука, В. С. Лукина "Естественные предпосылки самоочищения подземной атмосферы" (№ 21).

- Статья А. Г. Филиппова "Древнейшее (среднемиоценовое) пещерное местонахождение позвоночных на территории СНГ" (№ 20).

- Статья И. В. Черныша "Искусственные пещерные жилища в обрывах Присаркамышской дельты и наскальные рисунки в них" (№ 20).

- Статья А. С. Гусева, О. Б. Цоя и А. Л. Шелепина "Исследование системы Загеданской им. А. В. Алексеева" (5000 ± 565 м, № 21).

Из "Вестника УСА":

В 1999-2000 гг. вышло в свет семь номеров (№ 22-28). Наиболее интересная информация:

- В пещере Горло Барлога (Загедан) достигнут сифон на глубине 870 м и установлен рекорд России на 1999 г. (А. Гусев, № 22).

- В пещере Дзоу (Арабика) достигнута глубина 1110 м (№ 25).

- Шахта Мория (массив Дженту) пройдена до -430 м (С. Радченко, № 25).

- После двух десятков лет "бесправного" существования получены топосъемка и описание пещера Вента (483 / -212 м, Караби, Крым). Она состоит из каскада колодцев (от 7 до 85 м), со дна которых начинается горизонтальная часть (С. Радченко, № 28)

CML 2514

В шахте Заблудших (массив Алек) Перовской подводной экспедицией пройден второй (несколько метров) и совершено погружение на 25 м в третий сифон. Общая глубина системы Заблудших-Ручейная приблизилась к 580 м.

CML 2607

А. Шелепин обнаружил в Красной пещере новый ход и ее протяженность увеличилась до 20,1 км.

На 31.12.2000 в Кадастре пещер Крыма числятся 955 пещер суммарной протяженностью 89534 м, глубиной 26483 м, площадью 213,9 тыс. м², объемом 1,8 млн. м³. За 1998-2000 гг. количество полостей увеличилось на 80 шт. Примерно 90% из них расположены на Ай-Петринском массиве. Сведения о них представлены Ялтинской секцией спелеологии (рук. А. В. Папий). Благодаря усилиям группы Г. Самохина протяженность системы Красная-Голубиная возросла до 18815 м.

ЮБИЛЕИ

JUBILEUM

В. Н. ДУБЛЯНСКОМУ – 70!

В мае 2000 г. Виктору Николаевичу Дублянскому исполнилось 70 лет. Доктор геолого-минералогических наук, профессор, Почетный член Русского географического общества, заслуженный деятель науки и техники Украины, лауреат Государственной премии республики Крым, автор почти 600 научных работ... Что стоит за этими анкетными данными? Рассмотрим только один из аспектов многогранной деятельности юбиляра – его работу в области спелеологии.

Первое знакомство с карстом состоялось еще в 1937 г., когда он с матерью побродил среди карстовых воронок Ай-Петринского массива (Крым) и ползая по Старой Ново-Афонской пещере (Кавказ). Через 20 лет, окончив аспирантуру при Одесском госуниверситете, молодой гидрогеолог приехал в Крым. В Институте минеральных ресурсов АН УССР ему поручили организовать станцию для изучения элементов водного баланса Ай-Петринского горного массива. Однако известно, что заниматься гидрогеологией карста только с поверхности – бесперспективно: надо постараться проникнуть в глубь него, вслед за каплей воды.

Первые шаги помогли сделать крымские "пещерники" Л. Гуменюк и М. Федоренко. 19.05.1958 г. они показали В. Н. известную в то время часть Красной пещеры (примерно 2 км) и открытый ими ход ко второй подземной реке. Уже через неделю были организованы первые опыты с окрашиванием, положившие начало многолетним исследованиям пещеры. А летом в геофизической экспедиции профессора В. Н. Дахнова вместе с К. Аверкиевым были осуществлены первые спуски в карстовые шахты Крыма на глубину 80-100 м. Они показали, что при изучении подземного мира одинаково необходимы и важны оба компонента – научный и спортивный.

Научный поиск в карстовых районах только тогда продуктивен, если это комплекс. В созданной Б. Н. Ивановым Комплексной карстовой экспедиции (ККЭ АН УССР) было 5 отрядов: геофизический, гидрологический, палеобиологический, биологический и шахтный. Именно последним, имеющим оборудование для спуска в карстовые полости и плавания по подземным рекам, руководил В. Н. Дублянский. В него входили как "нештатные сотрудники" десятки спортсменов-спелеологов страны,

объединенных комиссией спелеологии Центрального Совета по туризму, организатором и научным руководителем которой по совместительству являлся В. Н.

Это были удивительные годы, полные романтики научного и спортивного поиска. В 1958 г. в Крыму было известно всего около 80 пещер, а к 1965 г. их стало уже более 700... Первое место заняла Красная пещера: отчаянное преодоление без специального оборудования первого сифона позволило В. Н. последовательно нарастить ее длину до 4, 5, 7, 11, 13 км. В 1960 г. была покорена Каскадная (236 м), в 1963 г. – Молодежная (261 м). Крым был все эти годы кузницей спелеологических кадров страны: здесь проводились слеты, семинары, лагеря, в руководителях которых неизменно числился Вит – В. Н. Дублянский...

Параллельно развивалась и научная линия: защищена первая в СССР докторская диссертация, посвященная гидрогеологическому значению крупных карстовых полостей, обоснована их новая, морфогенетическая классификация, описаны десятки видов отложений, изучен микроклимат пещер и выявлена роль конденсации, опубликованы монографии о пещерах Крыма, Карпат, Подолии, учебники по спелеологии, сотни научных статей; установлены контакты со спелеологами Австрии, Болгарии, Венгрии, Канады, Польши, Словакии, Словении, США...

В 1972 г. В. Н. перешел на работу в восстановленный в правах Симферопольский университет. И открылась новая грань его таланта – преподавателя. Читаемые им лекции по гидрологии, гидрогеологии, карсту, математическим методам обработки материалов были такими же, как его экспедиции, – насыщенными фактами и романтикой научного поиска, примерами из полевой жизни и практики освоения карстовых районов. В них соседствовали Каховская ГЭС и трасса БАМа, Ровенская АЭС и Северо-Крымский канал, Ялтинский гидротоннель и Бахарденская пещера...

С приходом В. Н. в СГУ зародилась новая форма подготовки студента-географа – научная студенческая экспедиция. Для решения практических вопросов поиска пресных и минеральных вод, охраны закарстованных территорий им было проведено 20 летних и 6 зимних экспедиций на горные карстовые массивы Кавказа: Фишт, Ахун, Ахштырь, Воронцовский, Алек, Ахцу, Дзышринский, Арабика, Бзыбский, Хипстинский, Дурипшский, Амткельский... Каждый массив – свои проблемы, свои пути их решения, свои дипломные работы, статьи, монографии, а затем – и диссертации младших коллег...

Вспоминает ученик и участник многих экспедиций доцент Геннадий Амеличев:

"С Виктором Николаевичем меня связывают 15 лет совместной работы в вузе и экспедициях на Кавказе и в Крыму. Это были лучшие, самые интересные и насыщенные событиями годы. В. Н. (или, как мы его зовем – Шеф) имеет удивительную способность "заражать вирусом научного поиска" любого думающего человека – от школьника до министра. Этому способствуют

огромная эрудиция, зажигательные лекции, читаемые с неизменным темпераментом, оригинальные экспедиционные исследования.

Таких научно-педагогических высот профессору Дублянскому удалось достичь благодаря исключительной целеустремленности, которая проявилась еще в студенческие годы, когда он готовил себя к "большой" жизни не только как ученый, легко ориентирующийся в науках геолого-географического цикла, но и как разносторонний спортсмен, знаток русской поэзии и иностранных языков.

Эти ценные человеческие качества он сумел сохранить до настоящего времени, значительно приумножив их. Неослабевающий интерес к научным исследованиям и многолетний практический опыт, возведенные в степень огромной самоотдачи и работоспособности (12-14-часовой рабочий день), позволили Виктору Николаевичу достичь значительных успехов в области геологии, гидрогеологии, геоморфологии, микроклиматологии, войти в плеяду выдающихся отечественных ученых-энциклопедистов. Теоретические и практические разработки, осуществленные им с применением новейших методик, позволили обосновать и выделить новые отрасли знаний – инженерную спелеологию, гидрогеологию и гидрохимию карста.

Нас, учеников Дублянского, всегда поражала простота и логичность его рассуждений, упорядоченность знаний, строгая организация и концентрация мысли, быстрое и часто оригинальное ее прохождение по цепочке "интуиция > опыт > гипотеза > теория > практика". Как правило, в результате рождались разноплановые открытия. Для него работа и хобби являются синонимами. Может быть поэтому многие экспедиционные исследования на Кавказе и в Крыму проводились по его инициативе и при его финансовой поддержке.

Среди других качеств Виктора Николаевича хочется особо отметить скромность. Будучи карстологом СНГ № 1, имея около 600 опубликованных научных работ, он никогда не стремился в высшие эшелоны власти, уходил от политики и бизнеса, оставаясь в согласии с совестью. Выводя нас в люди, он любил повторять афоризм биолога Александра: "Чем выше лезет обезьяна, тем лучше виден ее зад".

Шутки – неотъемлемая часть любой экспедиции. И здесь Шеф не отставал от наших отрядных юмористов. Как-то мы разбили лагерь на высокогорном карстовом плато, вдалеке от источников воды. У единственной найденной мочажины вырыли углубление, откуда черпали медленно накапливающуюся воду. На вопрос зашедшего в гости абхазского пастуха: "Откуда берете воду?" Шеф опрометчиво ответил: "Из мочажины". Несведущий в терминологии пастух уловил только первую половину слова, округлил глаза и закачал головой: "Вай-вай-вай, зачем такой плохой жидкость пьете?". Смешные случаи возникали, когда Шеф объяснял нам, как правильно именовать жителей поселка Псху или почему селение у подножия г. Фишт называется Херота (оказывается, это буквальное прочтение топографами обозначения места квартирования солдат-поселенцев Х-й роты...).

Зная пристрастие кавказских джигитов к незамужним девушкам и связанные с этим проявления патриархальных национальных традиций, Виктор

Николаевич перед экспедицией "отдавал замуж" за приглянувшихся парней из отряда весь слабый пол. В горах Шеф проявлял чудеса героизма, когда ночью выгонял из лагеря поедающего сгущенку медведя, стараясь не разбудить девчонок, которые могли запаниковать... Не оставляли его спокойствие и уверенность при опасных ситуациях, нередко возникающих под землей, при вынужденных ночевках в одиночку в забытых богом уголках гор, во время внезапно налетавших в разгаре лета снежных зарядов и истинно кавказских ливней. Таким как он, талантливым и мудрым, стремимся стать мы – его ученики и соратники".

Из полевого дневника доцента, ныне декана географического факультета Таврического национального университета Бориса Вахрушева: "Вот уже второй вечер Шеф не расстается с полевой книжкой и калькулятором – жди сенсации. И действительно: он подсаживается к костру и, постукивая пальцем по книжке с расчетами, улыбаясь говорит, что на этом участке высокогорья Бзыбского хребта не порядок с гидрогеологией: снег тает, а пункта разгрузки нет... Как нет!? Надо найти! Лихой поход без страховки аспиранта Г. Амеличева и студентки Л. Шевченко по 20-30-метровым каскадам каньона притока реки Хипста обнаружил погребенный под лавинным телом и потому отсутствующий на картах крупный (более 6 м³/с!) карстовый источник. Теперь с водным балансом все в порядке. Шеф доволен, хотя кое-кому (я же говорил: "Лихой поход!") на орехи досталось.

Замечательной чертой Виктора Николаевича является душевная и научная щедрость, происходящая от неиссякаемости его идей, замыслов, удивительной упоенности научной работой. Достаточно пройти вместе с ним полевым маршрутом, поучаствовать в дискуссии, выполнить технические расчеты, как ты уже полноправный соавтор доклада или научной статьи..."

Лидия Соцкова, доцент. "Первый раз я увидела Виктора Николаевича осенью 1972 года на лекции. Уже тогда меня, студентку, поразила широта его знаний, общая образованность и интеллигентность. Второй раз он поразил меня на выпускном вечере, как "король" классического вальса. Позже, во время обучения в аспирантуре, я узнала в нем не только известного ученого, но и изумительного человека, одновременно строгого и необычайно деликатного, методично-пунктуального, лиричного, великолепного полевика и рафинированного гуманиста, отличного наставника и учителя. Искренне благодарна судьбе за возможность учиться и работать под руководством Виктора Николаевича и желаю встретить вместе с ним 100-летний юбилей".

Последние экспедиции на Кавказ совпали с распадом Союза. В. Н. тяжело переживал прекращение работы Карстовых комиссий АН УССР и СССР, в создание которых он вложил частицу души. И вот в 1997 г. он принял нелегкое для себя и грустное для нас, его учеников, решение – переезд в Пермь...

На Украину скупо доходят вести из России. Но мы знаем: Шеф и в 70 активен, к нему по-прежнему тянется молодежь, его ценят на факультете и в университете, в городе и в стране. А он, будучи занятым реанимацией сборника "Пещеры", подготовкой учебников по карсту, монографии по освоению подземных пространств, созданием банка данных по Кунгурской пещере и

десятком других неотложных дел, все так же верен Крыму – все время теревит нас по Е-мейл по поводу подготовки монографий о Красной пещере, о карсте Бзыбского массива, скорейшего написания докторских диссертаций...

Венцом деятельности В.Н. в области спелеологии явилась изданная на Урале (но написанная еще в Крыму!) уникальная по содержанию работа "Занимательная спелеология". Эпиграф к ней – "карст долг – жизнь коротка" – это и оценка его 40-летней деятельности. Так пожелаем же юбиляру максимального сближения левой и правой частей этого афоризма.

***Б. А. Вахрушев, Г. Н. Амеличев,
Л. М. Соцкова, В. А. Шипунова***

ПОТЕРИ СПЕЛЕОЛОГИИ

LOSSES OF SPELEOLOGY

Душевский В. П.

(1938 – 1999)

28 февраля 1999 г после тяжелой и скоротечной болезни не стало Владислава Петровича Душевского – энтузиаста научных исследований пещер Горного и Предгорного Крыма, ученого-карстооведа, спелеолога, географ-краеоведа. Смерть вырвала из рядов спелеологов деятельного, энергичного и жизнерадостного человека.

Владислав Петрович родился 28.02.1938 г. в Ташкенте. В 1958 г. он поступил на естественно-географический факультет Крымского государственного педагогического института. В период учебы он впервые принимает участие в исследованиях карстовых полостей Крыма, проводимых в это время Комплексной карстовой экспедицией АН УССР. Энтузиазм, трудолюбие, целеустремленность, присущие ему, а также активное общение с выдающимися учеными-карстологами (Б. Н. Иванов, В. Н. Дублянский) и археологами (О. И. Домбровский, А. А. Щепинский, Ю. Г. Колосов) способствовали формированию профессиональных навыков, расширению эрудиции молодого человека. В 1962 г. студент В. П. Душевский вступает в Географическое общество СССР, которому остается верен до конца жизни.

В 1963-1964 гг. В. П. Душевский работал учителем географии в сельской школе. Но в Равнинном Крыму нет гор... Тяга к научным изысканиям, связанным с изучением пещер, приводит молодого ученого в ИМП Мингеевского института СССР, где он проработал два года в качестве инженера.

В 1965 г. В. П. Душевский вновь связывает свою судьбу с Крымским педагогическим институтом (с 1973 г. СГУ). Он продолжает свое образование сначала в качестве лаборанта, а затем – ст. преподавателя и доцента, параллельно проводя огромную общественную работу. Его научный потенциал поддерживают систематические полевые работы. Многочисленные экспедиции по Крыму, Кавказу, Карпатам, где им было исследовано около 150 пещер, сделали его имя известным в кругу ученых-карстоведов.

Излюбленным карстовым регионом В. П. Душевского был Предгорный Крым. За четверть века здесь им изучено 69 пещер, более 100 карстовых источников и водосборных галерей. Опыт, полученный в Комплексной карстовой экспедиции, позволял ему успешно применять свои знания в области пещерной археологии, палеогеографии, микроклиматических наблюдений и других научных сферах.

В своей работе Владислав Петрович руководствовался жесткими научными принципами. Вероятно, именно они не позволили ему выйти на защиту кандидатской диссертации. Несмотря на это, для нас, его коллег и учеников, он является Ученым с большой буквы, примером честности, самокритичности и скромности.

Результаты научно-педагогической деятельности В. П. Душевского отражены в 120 работах общим объемом 60 печатных листов. Не только крымчане зачитываются его книгами "Чатырдаг", "Ай-Петри". "Осторожно: горы".

Владислав Петрович был счастливым человеком, потому что его работа была одновременно и его увлечением. Как председатель Симферопольской городской (1964-1967) и Крымской областной (1967-1970) секций спелеотуризма он активно способствовал становлению спелеологии в Крыму.

По решению Крымского регионального центра по учету и документации пещер УСА одной из пещер Внутренней гряды Крыма и открытому им в 1963 г. ходу в дальней части Красной пещеры присвоено его имя.

Г. Н. Амеличев, Б. А. Вахрушев, В. Н. Дублянский

Бутырина К. Г.

(1920 – 2000)

В конце декабря 2000 г. после продолжительной болезни ушла из жизни кандидат географических наук Ксения Георгиевна Бутырина, один из ведущих карстоведов-географов Перми. Большая часть ее научного наследия посвящена исследованиям морфологии, гидрохимии и динамики карстовых озер и рек региона. В 1968 г. она успешно защитила диссертацию "Гипсовый карст в центральной части Пермской области", которая получила высокую оценку профессоров Н. А. Гвоздецкого, А. В. Ступишина, Б. Б. Богословского.

Ксения Георгиевна пользовалась большим авторитетом у проектировщиков и изыскателей, работающих на закарстованных территориях. Ею неоднократно проводились консультации и давались заключения по строительству автодороги Пальники-Полазна, застройке г. Добрянки, проектированию вторых путей Свердловской железной дороги.

Ксения Георгиевна неоднократно выступала на страницах сборника "Пещеры", описывая карстовые мосты и пещеры Пашийско-Чусовского района (1963) и Самарской Луки (1981). Ее последние публикации на эту тему появились в 1998 г.

К. Г. Бутырина была последовательным сторонником комплексного физико-географического подхода к изучению карстовых районов. Своими знаниями она до последних месяцев жизни бескорыстно делилась со своими учениками и коллегами.

Н. Н. Назаров

Бельтюков Г. В.

(1939 – 2001)

10 апреля 2001 г. после тяжелой непродолжительной болезни скончался доктор геолого-минералогических наук, профессор Герман Всеволодович Бельтюков.

Объектами его научных исследований являлись подземные воды и соляной карст. Карстовым и гипергенным процессы в эвапоритах посвящена его докторская диссертация, которую он успешно защитил в мае 2000 г.

Профессор Бельтюков опубликовал более 200 научных работ по соляному и карбонатному карсту, гидрогеологии, гидрохимии, экологии, в том числе 4 монографии. На протяжении многих лет Герман Всеволодович занимался составлением картотеки по соляному карсту, гидрогеохимии и геоэкологии. Участвовал в 8 международных конгрессах и симпозиумах. Был ответственным за научно-исследовательскую работу кафедры динамической геологии и гидрогеологии. Под его руководством студентами в местных и в центральных изданиях опубликовано более 40 научных работ.

В 1965, 1974-78 гг. Г. В. Бельтюков являлся секретарем, а затем членом редколлегии сборника "Пещеры". Его публикации по натечным формам калийных шахт и соляным минералам получили широкую известность, в частности, на них имеется ссылка во втором издании книги К. Хилл и П. Форти "Минералы пещер Мира" (1997).

Герман Всеволодович Бельтюков ушел из жизни в расцвете творческих сил, не реализовав в полной мере свой научный потенциал. Светлая память о нем навсегда останется в сердцах его друзей и коллег карстоведов и спелеологов.

И. И. Минькевич

Коршунов В. В.

(1969 – 2000)

Тренировочное погружение с аквалангом в затопленном карьере под Солнечногорском окончилось трагически: ушел из жизни Виктор Викторович Коршунов, замечательный исследователь пещер.

Виктор пришел в спелеологию в 1990 г., сперва в секцию МГУ, затем – в НПО "Пульс", где нашел коллектив единомышленников. Он посвятил себя исследованиям пещер Кугитанга и Пинег, однако этим не ограничивались его спелеологические интересы. Будучи геохимиком (последние месяцы жизни Виктор работал в Институте экспериментальной минералогии в Черногловке), он занимался вопросами динамики жидких сред, а также моделировал влияние теплового потока Земли на спелеогенезис.

Энциклопедический склад ума и талант организатора в сочетании с тягой к новым и нерешенным проблемам науки определяли силу Виктора как исследователя. Коршунов – действительный член Русского географического общества, Национального спелеологического общества США. Он неоднократно выступал с научными докладами на разных конференциях (в том числе в Швейцарии и США).

Трагическая смерть Виктора Коршунова – невосполнимая потеря для друзей и близких, для российского карстоведения, которое остро нуждается в молодых, увлеченных исследователях и интересных личностях, каким он был...

А. Семиколенных

Владимир Попов

(1912 – 1998)

В г. Стара Загора скончался основатель современного болгарского карстоведения и спелеологии, географ-геоморфолог Владимир Иорданов Попов. Владимир Попов – автор 13 книг и 150 статей по карсту и пещерам Болгарии, исследователь карстовой денудации, проблем морфологии и терминологии спелеологии.

П. Делчев

(По материалам УИС-Бюллетеня № 44)

Антонио Нуньес Хименес

В сентябре 1998 г. в Гаване скончался виднейший спелеолог и карстовед, организатор науки на Кубе, опытный исследователь и обаятельный человек – профессор Хименес...

(По материалам УИС-Бюллетеня № 44)

Альберт Анави

(1910 – 1999)

Ушел из жизни профессор Бейрутского университета, известный спелеолог А. Анави. Он исследовал многие пещеры Ливана, в 1951 г. основал Спелеологический клуб Ливана; активно работал в Международном союзе спелеологов как его генеральный секретарь (1965-1969). Его любовью всю жизнь были спелеология, работа со студентами и семья. Последние годы жизни из-за политической ситуации в Ливане он провел в США.

А. Чинья

(По материалам УИС-Бюллетеня № 46)

Франс Хабе

(1908 – 1999)

В октябре 1999 г. в Постоянной скончался старейшина словенской спелеологии профессор Франс Хабе. Хотя на его жизненном пути была война и концентрационный лагерь Дахау, он никогда не терял бодрости и в 75 лет жил полной жизнью географа-спелеолога, уверенно разгоняя за сотню километров свой красный "Ягуар"...

Франс много сил отдал становлению Австро-Венгерской, а затем Югославской и Словенской спелеологии, был основателем Клуба спелеологов в Постоянной, работал в Институте карста, написал более 200 научных статей, был членом и руководителем многих спелеоорганизаций Югославии и

Международного союза спелеологов. Его увлечением были охрана пещер и туризм. И еще фотография: в его личном архиве, который он с гордостью показывал гостям, хранилось более 15 тысяч уникальных снимков... Ушел из жизни настоящий Король спелеологов Словении. Это большая утрата для всех, кто знал и любил его...

В. Н. Дублянский

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

MEMORIAL DATA

С настоящего выпуска в сборнике "Пещеры" в разделе "Памятные даты" открывается новая рубрика: "По страничкам календаря" – примечательные события в мировой спелеологии, произошедшие во время подготовки сборника десятилетия назад. Итак:

ПО СТРАНИЧКАМ КАЛЕНДАРЯ¹

1700 лет назад: в китайских рукописях (300 г. н. э.) найдены первые описания сталактитов.

780 лет назад: первое упоминание о пещерах Восточной Европы (1219 г., Эстония, хроника Генриха Латвийского).

450 лет назад: описано озеро в Церкнишко полье (1551 г., Словения), сток из которого поглощается Зельшской пещерой.

400 лет назад: первое описание пещерного жемчуга (1599).

310 лет назад: в карстовых источниках Словении обнаружен протей (1689); в "Книге большого чертежу" опубликовано первое в России описание ледяной пещеры на Юрьевских горах близ Казани.

290 лет назад: родился *Михаил Васильевич Ломоносов* (1711 г., в его работах много упоминаний о карстовых явлениях).

260 лет назад: родились *Иван Иванович Лепехин* (1740 г.) и *Петр Симон Паллас* (1741 г.), в работах которых даны первые яркие описания карстовых явлений России.

240 лет назад: вышла в свет первая русская спелеологическая работа академика П. И. Кеппена "Описание пещеры, находящейся в Оренбургской губернии по р. Белой", посвященной Каповой пещере.

200 лет назад: первое применение в качестве индикатора карстовых вод органического красителя (1801 г., опыт результата не дал).

160 лет назад: в пещерах Италии впервые достигнута глубина 226 м (Падрициано, 1839) и 329 м (Требициано, 1941); в пещере Энгис (1839 г., Бельгия) найдены первые костные остатки древнего человека.

140 лет назад: впервые в качестве индикатора карстовых вод применена окись железа (1860 г., 140 кг); родился основоположник спелеологии *Эдуард-Альфред Мартель* (1859).

130 лет назад: родился "отец русского карстоведения" *Александр Александрович Крубер* (1871)^{2*}.

120 лет назад: *Эмиль Ривьер* (1880) предложил термин "спелеология" (спелеон – пещера, греч.); образованы "Объединение исследователей пещер" (Вена), пещерное объединение "Антрон" (Постояйна), "Швабский пещерный союз" (1879 г., Мюнхен); *М. Саутуола* открыл палеолитическую пещерную живопись (1880 г., пещера Альтамира, Испания); в одной из пещер Франции впервые обнаружен светильник каменного века (1879); родились *Федор Петрович Саваренский* (1881 г., первый выделил основные условия развития карста) и *Петр Николаевич Чирвинский* (1880 г., первым указал на космическое происхождение некоторых пещерных минералов России).

¹ Раздел ведет В. Н. Дублянский.

^{2*} Здесь и дальше – см. более подробную справку в настоящем сборнике.

110 лет назад: родились *Иван Васильевич Попов* (1889 г., первый председатель Карстовой комиссии АН СССР); *Алексей Иванович Дзенс-Литовский* (1891 г., исследовал карст и пещеры в солях)*; *Павел Кунавер* (1889 г., исследователь карста Югославии); *Вера Александровна Варсанюфьева* (1890 г., первая женщина – доктор геолого-минералогических наук в России, исследовала ряд пещер Урала, ее имя носит пещера в Приуралье); *Павел Петрович Хороших* (1890 г., исследовал карст и пещеры Сибири).

100 лет назад: родились *Сергей Вениаминович Альбов* (1900 г., основатель режимной карстовой станции на Ай-Петри в Крыму); *Дмитрий Васильевич Рыжиков* (1901 г., один из основателей Кунгурского стационара)*; *Антонин Густав Абель* (1901 г., известный австрийский спелеолог, исследовал более 150 пещер); *Стефан Зволинськи* (1900 г., известный польский спелеолог, основатель первого спелеологического клуба в Закопане).

90 лет назад: впервые достигнута глубина 394 м (1909 г., пещера Нидленлох, Австрия), родились *Яков Авадьевич Бириштейн* (1911 г., основоположник серии *Biospeologia sovietica*); *Борис Николаевич Иванов* (1911 г., известный исследователь карста и пещер юга Европейской части России и Кавказа); *Дмитрий Сергеевич Соколов* (1911 г., автор учения об основных условиях развития карста).

80 лет назад: основан первый в мире биоспелеологический институт в г. Клуж (1920 г.; Э. Раковица, Румыния); родились *Александр Николаевич Ильин* (1919 г., исследователь карста Центрального Поволжья); *Александр Алексеевич Ломаев* (1919 г., украинский карстовед, исследователь Воронцовской пещеры на Кавказе); *Жан Корбель* (1920 г., французский карстовед, основоположник "климатического карстоведения"); *Марджори Свитинг* (1920, "дуайен" английский карстоведения XX в.); *Ксения Георгиевна Бутырина* (1920, исследователь карстовых пещер Приуралья)**.

70 лет назад: организовано "Болгарское спелеологическое общество" (1929); родились *Виктор Николаевич Дублянский* (1930 г., известный отечественный исследователь карста, основоположник современной научной спелеологии)*; *Леонид Андреевич Шимановский* (1930 г., гидрогеолог, известный исследователь карста Приуралья); *Владимир Александрович Радзиевский* (1930 г., исследователь пещер Тернопольской области, в частности – Озерной).

60 лет назад: родились *Герман Всеволодович Бельтюков* (1939 г., известный исследователь соляного карста Приуралья)**; *Николай Дмитриевич Оводов* (1939 г., сибирский палеобиолог и исследователь пещер); *Христо Делчев* (1939 г., болгарский спелеолог); *Галина Николаевна Дублянская* (1941 г., известный исследователь пещер Прикамья); *Виктор Евгеньевич Рейс* (1940 г., среднеазиатский спелеолог); *Мишель Сиффр* (1940 г., французский спелеолог, основоположник экспериментов "человек вне времени").

50 лет назад: родились *Павел Петрович Горбенко* (1949 г., один из создателей спелеотерапевтической клиники в соляной шахте Солотвино); *Ирина Игоревна Минькевич* (1949 г., пермский карстовед, многолетний ученый секретарь сборника "Пещеры"); *Виталий Петрович Коржик* (1949 г., известный черновицкий спелеолог, один из исследователей пещеры Золушка); *Михаил Петрович Тиунов* (1949 г., известный исследователь рукокрылых России); *Булат Рафаэлевич Мавлюдов* (1951 г., известный московский спелеолог, исследователь шахты Снежная); *Виктор Николаевич Малков* (1951 г., известный исследователь пещер Пинего-Куоля).

** См. раздел "Потери науки" (прим. ред.)

40 лет назад: состоялся 3-й Международный спелеологический конгресс (1961, Австрия, Вена) и 1-й пленум карстовой комиссии АН СССР (1959 г., Москва); основаны Пермская (1960 г.) и Свердловская (1961 г.) спелеосекции; вышел первый номер сборника "Пещеры" (1961, ред. Г. А. Максимович); впервые в СССР в карстовой полости достигнута глубина 246 м (1960 г., Каскадная, Крым, рук. В. Н. Дублянский), а протяженность пещеры превысила 5,5 км (1960 г., Красная пещера, Крым) и затем 7,9 км (1961 г., рук. В. Н. Дублянский); родились Вячеслав Николаевич Андрейчук (1959 г., известный карствед и исследователь пещер Золушка, Кунгурская и др.); Юрий Викторович Дублянский (1960 г., исследователь гидротермокарста России и Венгрии); Богдан Тарасович Ридуш (1961 г., черновицкий спелеолог).

30 лет назад: состоялся 5-й Международный спелеологический конгресс (1969, Германия, Штутгарт); основана Воронежская спелеосекция (1969); протяженность длиннейшей в мире пещеры составила 118607 м (1970 г., Флинт-Ридж, штат Кентукки, США), длиннейшей в Европе – 103705 м (1970 г., Хельлох, Австрия); а в СССР – 51,6 км (1969) и затем 75,3 км (1970, Оптимистическая, Подолия, рук. М. П. Савчин, Львов); пройдена до глубины 500 м шахта Назаровская (1970 г., Зап. Кавказ, массив Алек, рук. В. Д. Бобрин, Красноярск), а затем Солдатская (1971 г., Крым, рук. В. Романенко, Феодосия); проведено самое длительное пребывание человека под землей с научными целями (1969 г., М. Велькович, Югославия, 463 дня).

20 лет назад: состоялся 8-й Международный спелеологический конгресс (1981, США, Боулинг-Грин); шахта Снежная пройдена до глубины 1230 м (1979 г., Абхазия, Д. А. Усиков и Т. А. Немченко, Москва), а затем 1320 м (1980 г., рук. А. И. Морозов, Москва) и 1340 м (1981, рук. Т. А. Немченко, Москва); немецкий спелеоподводник Й. Хазенмайер опустился в источнике Воклу на глубину 145 м (1981 г).

10 лет назад: вышел первый номер Вестника Киевского карстово-спелеологического центра "Свет" (1991, основатель и многолетний редактор А. Б. Климчук); впервые исследователь карста и пещер Восточной Европы А. Б. Климчук избран почетным членом Национальной спелеологической Ассоциации США (до него этой чести удостоились ученые Западной Европы Р. Жоли, Р. Жаннель, Н. Кастере, А. Вандель и М. Свитинг).

Александр Крубер – отец русского карстоведения

В 2001 г. исполняется 130 лет со дня рождения и 60 лет со дня смерти выдающегося русского ученого Александра Александровича Крубера.

Он родился 22.08.1871 г. в г. Воскресенске (Истра) Московской области в семье врача. Окончил с серебряной медалью 1-ю гимназию г. Москвы. В 1891-1896 гг. учился на естественном отделении физико-математического факультета МГУ. В 1897 г., ведя уроки географии в гимназии, начал подготовку к профессуре. С 1902 по 1906 г. работал сверхштатным ассистентом при кафедре географии МГУ, в 1907-1911 гг. читал лекции в качестве приват-доцента.

В 1911 г. А. А. Крубер в числе 124 преподавателей во главе с ректором МГУ Мануйловым, проректором Мензбиром, профессорами Вернадским, Лебедевым, Менделеевым, Тимирязевым, Умовым, Ферсманом покинул университет в знак протеста против запрещения студенческих сходок и в 1911-1918 гг. читал лекции в женском Николаевском институте. В 1918 г. А. А. Крубер вернулся

в университет, где читал курсы народоведения и антропогеографии. В 1919 году стал заведующим кафедрой географии, а в 1923 г. – директором НИИ географии и заведующим музеем. В 1927 г. вследствие психического заболевания прекратил работу. Скончался он 15.12.1941 г. в Москве.

А. А. Крубер проявил себя как талантливый педагог, автор ряда учебников. В 1903-1915 гг. в совместно с А. С. Барковым, С. Ф. Чефрановым и С. Г. Григорьевым подготовил иллюстрированные учебники по страноведению: "Европа", "Австралия", "Африка", "Азия", "Азиатская Россия", "Европейская Россия", "Америка", в 1913-1914 гг. опубликовал курс "Антропогеография", в 1917 г. – "Землеведение", в 1938 г. – "Общее землеведение". Он подготовил также переводы монографий П. Зупана "Основы физической географии", Ф. Нансена "Во льдах и мраке вечной ночи", В. Эккардта "Климат и жизнь".

Научные интересы А. А. Крубера определились в 90-е гг. XIX в. Начав с изучения провальных воронок и озер Тульской губернии, он выступил в 1900 г. с блестящим обобщением "О карстовых явлениях в России" [8]. По мнению Н. А. Гвоздецкого и И. С. Щукина [2, 3], эта работа знаменует начало нового этапа изучения карста. Сводка Крубера охватывает главным образом Европейскую Россию. Тем не менее она сыграла огромную роль в дальнейшем изучении карста страны. В ней приведена первая схема районирования с выделением карстовых областей, отмечена важность изучения карста в теоретическом (проблемы геоморфологии и гидрографии) и практическом отношении (железнодорожное и гражданское строительство), высказан ряд соображений об организации исследований карста.

Показав в 1900 г., что надо делать в карстовых районах, А. А. Крубер своими работами 1901-1915 гг. проиллюстрировал, как надо проводить исследования. Он сосредоточил усилия на изучении одной карстовой области – Горного Крыма, наиболее близкого по своему географическому положению к классическим карстовым районам Западной Европы. А. А. Крубер совершил ряд поездок по Крыму (Ай-Петринский, Чатырдагский, Долгоруковский, Карабийский, Агар-мышский карстовые массивы), Западной Европе (карстовые районы Австро-Венгрии), установил контакты с известными геологами и географами (Э. Мартель, Й. Цвиич, А. Грунд, К. Кейльгак и др.). О солидности проделанной работы свидетельствуют его формуляры, сохранившиеся в библиотеке Адельсберга (ныне Постойна в Словении) и Вены: они содержат наименования сотен работ на многих европейских языках...

Результатом проведенных исследований явился цикл статей [9-14], две монографии [15, 17] и защищенная 28.05.1915 г. диссертация на соискание звания магистра географии. На диспуте в Московском государственном университете, продолжавшемся 18 (!) часов, присутствовало 80 человек [4].

Оппоненты (Д. Н. Анучин и Э. Е. Лейст) единодушно отметили высокий научный уровень диссертации, которая позднее получила серебряную медаль Российского географического общества.

Монографии А. А. Крубера и сегодня являются настольными книгами каждого специалиста по карсту и спелеологии. Это сводки современных представлений о геологии и географии, морфологии и гидрогеологии карста. А. А. Крубер вводит в отечественную литературу идеи А. Грунда и А. Гейма, А. Добре и Ф. Катцера, К. Кейльгака и Ф. Краузе, Е. Мартеля и А. Пенка, О. Савицкого и Й. Цвиича. И не просто вводит, а творчески перерабатывает,

углубляет, обогащает местным материалом. Потенциал монографий А. А. Крубера определяется широтой использованных им материалов и глубиной научного анализа.

А. А. Крубер при изучении карста затронул пять основных проблем.

Морфология карста. Изучение разнообразных карстовых форм, встречающихся в открытом карсте (карры, воронки, котловины, поля) позволило не только характеризовать их как элементы карстового ландшафта, но и существенно уточнить идеи Й. Цвиича и А. Пенка о цикличности развития рельефа. Представления А. А. Крубера о юной, зрелой и старческой стадиях развития рельефа в целом подтвердились. Их используют и развивают несколько поколений отечественных карстоведов.

Гидрогеология карста. В начале XX в. в Западной Европе бытовали две концепции: А. Грунда (единый уровень карстовых вод) и Ф. Катцера (изолированные водотоки). Они рассматривались как взаимоисключающие, в пользу каждой из них приводились десятки примеров из разных карстовых областей мира. А. А. Круберу принадлежит первое объективное изложение этих концепций в русскоязычной литературе. Он показал, что они не альтернативны, а отражают изменения форм залегания карстовых вод в горном массиве. Многие идеи, высказанные А. А. Крубером, легли в основу современных представлений о гидрогеологии карста, были развиты позднее И. К. Зайцевым [6], Г. А. Максимовичем [18], Д. С. Соколовым [20] и автором [5].

Карстовые пещеры. Почти пятая часть монографии А. А. Крубера "Карстовая область Горного Крыма" посвящена пещерам. Это первая в отечественной литературе сводка о подземном мире целого региона. В работе упоминаются 34 пещеры Крыма. Для некоторых из них приведены планы и разрезы, по другим – только описания. А. А. Крубер не переоценивал значение своих исследований пещер: "мне лично мешали подробному изучению пещер Крым недостаточность снаряжения, малочисленность участников поездки (не считая проводников – не более 2, а некоторые пещеры я посещал один), необходимость покидать пещеры, чтобы искать ночлег" ([17], с. 206). Описания А. А. Крубера – это всего 3,5% количества известных сейчас пещер Крыма. Но, чтобы узнать это, в 50-90-е гг. понадобились усилия больших коллективов (до 100 человек), пребывание на яйле до 60-90 сут, использование специального снаряжения. Оценивая работу Крубера по изучению пещер, надо помнить, что он прикасался к объекту, который еще не имел названия в русской литературе: предложенный А. Мартемом термин "спелеология" впервые был применен в России только в 1915 году...

Пещеры как ландшафты. В работах А. А. Крубера термин "подземный ландшафт" не используется. Однако в них рассматриваются топография пещер, их гидрология, климат, отложения, находки костей животных, человека и остатков его материальной культуры. Именно такой комплексный подход позволил С. П. Тянь-Шанскому в 1928 г. выдвинуть идею о необходимости выделения подземного мира как самостоятельного ландшафтного комплекса. В 70-90-е гг. эти идеи, восходящие к работам

А. А. Крубера, были развернуты в самостоятельное научное направление (Н. А. Гвоздецкий, Б. А. Гергедава, Л. И. Маруашвили, А. Г. Чикишев, В. Н. Андрейчук и др.).

Мелиорация яйл. Заключительная часть монографии А. А. Крубера посвящена проблеме хозяйственного использования карстовых массивов. По широте постановки и глубине разработки проблемы она и сегодня представляет собой актуальное исследование экологической направленности.

Кроме систематического изложения фактических материалов по пяти выделенным направлениям, в работах А. А. Крубера содержатся десятки интересных высказываний, свидетельствующих о его исключительной наблюдательности и научной интуиции. Приведем лишь два примера. Даже в начале XXI в. проблема конденсационного питания подземных вод остается дискуссионной. Но еще в 1915 г., оценивая источники питания Аянского водохранилища у подножья Чатырдага, Крубер писал: "осаждение росы на поверхности сопровождается обильной конденсацией паров в трещинах и полостях" ([17], с. 109); "образование пещеры Карани приходится приписать сильному гидростатическому давлению" (там же, с. 227). Работами 90-х гг. удалось доказать, что эта и другие пещеры Крыма были образованы напорными термальными водами.

А. А. Крубер возвращался к проблемам карста и после 1915 г. В учебнике "Общее земледевие" (1917, 1938) несколько разделов посвящено карсту. Большое внимание карсту он уделял как член Географического общества, Обществ испытателей природы, естествознания, антропологии и этнографии, Горного общества, Общества распространения технических знаний. Исследования, монографии и лекции А. А. Крубера способствовали формированию современных представлений о карсте у широких кругов слушателей – от научных работников и студентов вузов до школьников.

Имя А. А. Крубера не забыто и в наши дни. Ссылки на его работы обязательны во всех крупных обобщениях о карсте бывшего СССР [5, 6, 18, 20]. Краткие биографические справки о нем помещены в научных сборниках [1-3, 19]. Именем А. А. Крубера назван горный хребет на Курильских островах, карстовые шахты в Крыму (массив Караби) и на Кавказе (массив Арабика).

Шахта Крубера в Крыму открыта в 1958 г. экспедицией проф. В. Н. Дахнова (Москва) и сравнительно невелика (протяженность 280 и глубина 62 м). Она состоит из вертикальной входной шахты, со дна которой начинаются две украшенные натеками галереи. Ее особенность – свежая 100-метровая трещина, образовавшаяся при карстогенном землетрясении, вызванном провалом свода полости.

Шахта Крубера на Кавказе открыта в 1960 г. географами Института им. Вахушти (Тбилиси [7]) и названа его именем в память о работах на Арабике [12-14]. Первоначально она состояла из входного ствола глубиной 60 м и наклонной галереи, состоящей из узких щелей и колодцев, кончающейся на глубине около 150 м непроходимой щелью. Экспедиции, проведенные в конце XX столетия, показали, что она входит в самую глубокую карстовую систему мира – Крубера-Воронью (1710 м)¹.

Так оправдались два предсказания отца русского картоведения: крупнейшие в мире пещеры в гипсах были обнаружены в Подолии, а глубочайшие в мире шахты – на массиве Арабика.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гвоздецкий Н. А. Выдающийся деятель русского картоведения // Землеведение. М., 1957. Т. 4.
2. Гвоздецкий Н. А. Выдающийся географ и картовед // Земля и люди. М.: Мысль, 1965.
3. Гвоздецкий Н. А., Щукин И. С. К столетию А. А. Крубера // Вестник МГУ. Серия "География". 1971. № 4.
4. Диспут А. А. Крубера // Землеведение, 1915. № 22. Кн. 3.
5. Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. М.: Наука, 1984.
6. Зайцев И. К. Вопросы изучения карста СССР. М.: Госгеолиздат, 1940.
7. Кикнадзе Т. З. Карст массива Арабика. Тбилиси: Мецниереба, 1972.
8. Крубер А. А. О карстовых явлениях в России // Землеведение. М., 1900. Т. 7.
9. Крубер А. А. Пещеры и карстовые явления на Чатырдаге и Караби-яйле // Там же. 1909. Т. 16. Кн. 1.
10. Крубер А. А. К изучению карстовых явлений // Дневник 12 съезда русских естествоиспытателей и врачей. М, 1910.
11. Крубер А. А. Из летних странствований по яйле // Землеведение, 1911. Т. 18. № 1-2.
12. Крубер А. А. Караби-яйла и массив Арабики // Там же. 1911. Т. 18. № 3.
13. Крубер А. А. Из наблюдений над карстом в окрестностях Гагр и на Караби-яйле // Там же. 1912. Т. 19. № 1-2.
14. Крубер А. А. Поездка на Арабику // Естествознание и география, 1912. № 1.
15. Крубер А. А. Гидрография карста // Сб. в честь 70-летия Д. Н. Анучина. М., 1913.
16. Крубер А. А. Спорные вопросы гидрографии карста // Землеведение. 1913. Т. 20.
17. Крубер А. А. Карстовая область Горного Крыма. М., 1915.
18. Максимович Г. А. Основы картоведения. Пермь, 1963. Т. I.
19. Молявко Г. И. и др. Геологи. Географы: Биографич. справочник. Киев: НауковаДумка, 1985.
20. Соколов Д. С. Основные условия развития карста. М.: Госгеолтехиздат, 1962.
21. Krouber A. Cavernes du Tchalyrdagh // Spelunca, 1909.

110 лет со дня рождения А. И. Дзенс-Литовского (1891 – 1978)

Имя Алексея Ивановича Дзенс-Литовского, доктора геолого-минералогических наук, профессора, автора более 800 работ, известно широкому кругу геологов, гидрогеологов, карстоведов. Алексея Ивановича,

¹ См. статью Ю. Касьяна и А. Климчука в настоящем сборнике (прим. ред).

без сомнения, можно назвать первопроходцем в области изучения соляного карста бывшего СССР и Китая.

Первая его работа, где дано определение термина "соляной карст", опубликована в 1940 г. Монография "Соляной карст СССР" (1966) стала настольной книгой нескольких поколений карстоведов и до настоящего времени не потеряла своей актуальности. Она представляет подробную сводку о типах карста соляных месторождений, особенностях его развития под влиянием естественных и искусственных факторов.

В монографии подробно охарактеризованы подземные и поверхностные формы карста, во многом сходные с теми, которые образуются при растворении карбонатных и сульфатных пород. На соляных месторождениях возникают и специфические карстовые формы – соляные наледи, столы, мох, зубья, пики, грибы и др., а карры, воронки, каньоны достигают весьма значительных размеров. На открытых соляных куполах возникают исключительной красоты соляные скалы, крутостенные утесы, а на Илецком и Солотвинском соляных куполах под песчано-глинистыми отложениями развиваются подземные формы.

Впервые в отечественной литературе дана подробная характеристика палеокарстовых форм в солях (зеркало выщелачивания, шляпы различного состава и др.). Детально рассмотрены надсолевые, межсолевые, околосолевые воды, приведены результаты исследований соляного карста на Южном Урале, в Закарпатье, Средней Азии, Сибири, Бахмутской и Соликамской впадинах.

Значительное место в книге занимают вопросы спелеологии. Среди подземных карстовых форм охарактеризованы соляные пещеры, поноры, карнизы, различные натечные образования (сталактиты, сталагмиты, жемчуг и др.). Подробно описаны соляные озера, соляные ручьи, образующие причудливо льющисся каскады водопадов. На стенах пещер образуются натечи сложного рисунка, спускаются длинные тонкие сталактиты, а навстречу им с пола тянутся своеобразные соляные сталагмиты. Впервые описанная сталактитовая пещера соляного купола Ходжа-Мумын (Таджикистан) известна у местного населения под названием Барсовая (Тигровая) или Музыкальная. Звуки различных тембров возникают под действием ветра на длинных сталактитах – трубках из каменной соли. А. И. Дзенс-Литовский изучал также антропогенные соляные пещеры, представляющие собой древние выработки.

Монография А. И. Дзенс-Литовского читается с неослабевающим интересом и имеет большой познавательный характер. Отдельные главы ее посвящены борьбе с соляным карстом при разработке соляных месторождений, карстовым соляным озерам и карсту донных соляных отложений. В своей совокупности работы профессора А.И. Дзенс-Литовского – подлинная энциклопедия по гидрогеологии и карсту соляных месторождений, соляных озер и рассолов соляных залежей земного шара.

А. И. Дзенс-Литовский в течение многих лет неизменно сочетал исследовательскую работу с педагогической, читая лекции в ленинградских вузах – педагогическом, горном, технологическом институтах. Последняя публикация работа А. И. Дзенс-Литовского "Соляной карст Нечерноземья" издана Пермским университетом совместно с автором уже после его смерти. В

статье рассмотрены вопросы развития соляного карста под влиянием естественных и искусственных факторов.

Алексей Иванович Дзенс-Литовский оставил после себя много учеников, докторов и кандидатов наук, которые до настоящего времени работают на различных соляных месторождениях России, ближнего и дальнего зарубежья и с благодарностью вспоминают своего Учителя.

Г. В. Бельтюков

100 лет со дня рождения Д. В. Рыжикова

В 2001 г. исполняется 100 лет со дня рождения первого директора Кунгурского стационара, Дмитрия Васильевича Рыжикова. Он родился в бедной крестьянской семье, окончил церковно-приходскую школу и Петропавловское реальное училище. После службы в Красной Армии работал учителем, а затем окончил Саратовский университет, получив специальность инженера-гидрогеолога.

С 1929 г. до конца жизни он занимался гидрогеологическими исследованиями в Казахстане, Туркмении, на Урале. В 1944 г. защитил диссертацию "Гидрогеология и карст Петропавловской бокситоносной полосы". Ее тематика определила дальнейшую судьбу Дмитрия Васильевича: в 1945 г. он был принят старшим научным сотрудником в Горно-Геологический институт УФ АН СССР, а с апреля 1952 г. возглавил Кунгурский стационар.

Немногим более 5 лет он руководил стационаром, но заложил прочную материальную базу его деятельности, привлек к работе молодые кадры, выпускников местных вузов, развернул широкие исследования карста и карстовых вод Урала и Приуралья.

Д. В. Рыжиков, обладая большим практическим опытом и хорошо зная литературу, в 1954 г. опубликовал монографию "Природа карста и основные закономерности его развития", редактором которой стал Г. А. Максимович. О значении этой работы можно судить по оглавлению. В ней есть обзор взглядов на природу карста в мировой литературе и сведения о географическом распространении карстовых явлений, рассмотрены режим карстовых вод и основные закономерности развития карста, природа карста и генезис карстовых форм, практическое значение и методические указания по изучению карста.

По широте постановки проблемы и глубине проработки отдельных ее разделов работа Д. В. Рыжикова – яркое явление в отечественной науке. Многие ее положения подтвердились при дальнейших более углубленных исследованиях в СССР, а также – в Китае, где эта книга была переведена и издана отдельным томом.

Некоторые отечественные специалисты болезненно восприняли идеи Дмитрия Васильевича. В острых критических выступлениях в печати

Н. А. Гвоздецкий и Д. С. Соколов возвели его новаторские и уже поэтому дискуссионные представления в ранг "грубых ошибок".

Сейчас, более чем через полвека, видно, что это была не всегда корректная борьба московской и уральской научных школ (в этом же 1954 г. была опубликована монография Н. А. Гвоздецкого "Карст", а в 1962 г. – Д. С. Соколова "Основные условия развития карста"). Не во всем справедливая критика идей Д. В. в значительной мере затормозила развитие целого научного направления – гидрогеологии карста.

В 1959 г. Д. В. Рыжиков, так и не защитив подготовленной им докторской диссертации, неожиданно скончался... Светлую память о нем уральские гидрогеологи и карстоведы сохраняют навсегда.

Г. Н. Дублянская

75-лет со дня рождения К. А. Горбуновой (1925 – 1996)

Известный российский карстовед Клара Андреевна Горбунова родилась 03.12 1925 г. в Тюменской области. В 1943 г. поступила на 1 курс Пермского университета, с которым неразрывно связан ее дальнейший жизненный путь: учеба на геолого-географическом факультете (1943-1948), в аспирантуре (1948-1951), защита кандидатской диссертации (1956), работа на кафедре динамической геологии и гидрогеологии (1951-1993), в научно-исследовательской части (1993-1996).

К. А. Горбунова является автором 327 научных, научно-методических и научно-популярных работ, в том числе 8 монографий. Она внесла существенный вклад в изучение карста (вопросы районирования, типологии, морфологии, гидрологии, гидрогеологии и геохимии, спелеологии, истории исследований). Особенно заметен ее вклад в исследование гипсового карста. Многие ее работы посвящены вопросам спелеологии, в том числе изучению Кунгурской ледяной пещеры. (В 1993-1996 гг. она руководила комплексными работами, проводимыми в ней в рамках программы "Университеты России"). Автор очерков "Пещеры" и "Спелеология" в "Горной энциклопедии" (т. 4, 1989 и т. 5, 1991).

К. А. Горбунова много внимания уделяла научно-организационной (работа Института карстоведения и спелеологии) и редакционной деятельности (редактор 66 изданий по карсту и другим вопросам геологии). Почетный член Русского географического общества, участник IV, VI и X Международных спелеологических конгрессов, член ряда комиссий МСС, референт международного библиографического журнала по карсту и спелеологии (ежегодно представляла до 50 рефератов отечественных работ).

Научные труды К. А. Горбуновой широко цитируются в России и за рубежом; вошли в международные библиографические издания; хранятся в фондах зарубежных библиотек; информация о них размещена на серверах интернета Германии, Италии, Китая, России, США, Японии.

Готовится к изданию книга о Кларе Андреевне Горбуновой. В ней будут представлены очерки: биографический, сведения о научной, педагогической, международной, редакционно-издательской, научно-общественной деятельности; полный список научных трудов; литература о ее деятельности; воспоминания коллег; а также – самой К. А. Горбуновой о годах учебы в университете и о становлении карстоведения в России.

Редколлегия

Спелеогенез. Эволюция карстовых водоносных горизонтов / А. Б. Климчук, Д. С. Форд, А. Палмер, В. Дрейбродт. Хантсвилл, Алабама, США: MCC, 2000. 527 с.

Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers / A. B. Klimchouk, D. C. Ford, A. Palmer, W. Dreybrodt. Huntsville, Alabama, USA: National Speleological Society, 2000. 527 p.

Монографическое издание является итогом большой работы международного коллектива авторов из 15 стран. Среди 44 авторов – известных спелеологов и карстоведов, Украину представляет один из редакторов, А. Б. Климчук, а Россию – В. Н. Дублянский (Пермь), Ю. В. Дублянский (Новосибирск), А. Г. Филиппов (Иркутск).

В Предисловии А. Б. Климчук характеризует издание, как "новаторскую попытку ученых спелеологов обобщить современные знания о происхождении пещер в различных обстановках, выявить роль спелеогенеза в эволюции карстовых водоносных горизонтов". Монография состоит из 10 частей.

Часть 1 "Introduction" содержит сведения о структуре издания и аннотации каждой из частей книги.

Часть 2 "Historical Perspective" представляет собой краткий обзор различных гипотез формирования пещер. Гипотезы и гидрогеологические модели карстовых водоносных горизонтов разделены на три части: от ранних, появившихся до 1900 г. (например, J. Cvijic, 1893); затем идеи начала – середины XX века (A. Grund, 1903; B. Katzer, 1909; W. Davis, 1930; J. Gardner, 1935; J. Bretz, 1942) до современных моделей (геологическая интерпретация развития пещер D. Ford и R. Evers, 1978 и иные гидрохимические гипотезы спелеогенеза).

Часть 3 "Geologic and Hydrogeologic Controls of Speleogenic Processes" содержит сведения о геологических и гидрогеологических особенностях обстановок развития спелеообъектов и их контролирующей роли в формировании пещер разных типов. Раскрыта эволюция представлений о типах обстановок развития карста, определена принятая авторами терминологическая и классификационная основа. Авторы считают, что факторы и механизмы развития пещер меняются закономерно. Эти изменения подчинены циклу геологической эволюции растворимых пород, а более специфичные изменения – гидрогеологическим циклам. Различные типы карста выделены на основе комплекса характеристик: структурных предпосылок проникновения в породы водных потоков и спелеогенеза; водного режима; соотношения типов областей питания и разгрузки подземных вод; гидрохимии; степени унаследованности состояния массивов пород от ранних эпох. В специальных разделах содержатся сведения о литологическом и структурном контроле спелеогенеза, а также гидрогеологическом контроле рисунка пещерных систем. Подробно представлена роль эпикарстовой (по Г. А. Максимовичу – приповерхностной) зоны, а также сведения о палеокарсте и его значении для спелеогенеза. Роль конденсационных процессов освещена В. и Ю. Дублянскими.

Часть 4 "Theoretical Fundamentals of Speleogenetic Processes" посвящена теоретическим основам спелеогенеза. Авторами определены "граничные условия": формирование пещер и карстовых водоносных горизонтов регулируется законами физики и химии и любая предлагаемая концептуальная модель не должна им противоречить. Разработанные

¹Раздел ведут: В. Н. Дублянский (В.Н.Д.), Г. Н. Дублянская (Г.Н.Д.), И. И. Минькевич (И.И.М.), И. М. Тюрина (И.М.Т.), В. Н. Катаев (В.Н.К.). Фамилии остальных авторов рецензий указаны полностью

математические и физические модели стремятся полнее отразить геологическую суть моделируемого объекта, но действительность всегда оказывается богаче. Модели только помогают приоткрывать суть происходящих процессов.

Авторы уделяют большое внимание химическим моделям, построенным на соотношениях происходящих химических реакций и степени растворимости в различных карстующихся породах. В основу моделирования положены три составляющие: химическое равновесие водных растворов, кинетика растворения и механика водных потоков.

В первых разделах части внимание авторов сфокусировано на моделировании отдельных каналов и карстовых водоносных систем в известняках. Здесь представлены данные о химических равновесиях в "открытых" (вадозные условия с большим влиянием атмосферного CO_2) и в "закрытых системах" (фреатическая зона без резких вариаций CO_2). Даны сведения о растворимости известняков в узких трещинах с ламинарными и в широких каналах с турбулентными водными потоками. Показано, что растворимость зависит от ширины трещин в совокупности с процессами на поверхности бортов трещин, определяемыми молекулярной диффузией Ca^{2+} и HCO_3^- и вне поверхности пород в соответствии с переходом $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ в $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$. Приведены данные о карстовой денудации в различных районах.

Завершающие разделы посвящены растворимости карбонатов, сульфатов, солей, кварца и силикатных минералов. Приводятся результаты моделирования возникновения и развития одиночных каналов растворения и их систем, а также концептуальные положения динамики развития и эволюции единичных карстовых каналов.

Часть 5 "Development of Cavities and Cave Systems in Different Settings" посвященная концептуальным положениям и примерам развития полостей и пещерных систем в различных обстановках, является наиболее представительной по объему. Она обобщает результаты моделирования и изучения пещер от простых до сложных, находящихся в различных геологических и гидрогеологических обстановках. Авторы указывают, что карстогенетические обстановки могут меняться в ходе геологической эволюции земной коры.

Результаты приведенных теоретических и полевых исследований сгруппированы по принадлежности к прибрежным и океаническим, приповерхностным, глубинным и артезианским обстановкам. Каждый раздел начинается с обзора современных идей об особенностях и стадийности развития пещер. Разделы иллюстрируются новыми сведениями о "классических" (широко известных) пещерах, а также информацией о малоизвестных пещерных системах и территориях развития карста.

Раздел 5.1. посвящен специфическим чертам развития карста и пещер в молодых породах морских побережий и островов, являющихся результатом химического взаимодействия пресных и морских вод в условиях колебаний уровня моря в течении четвертичного периода.

Раздел 5.2. представляет собой обзор условий, факторов и механизмов спелеогенеза в глубоких горизонтах. Многочисленные находки различных форм карста на больших глубинах обычно интерпретируются как погребенные (палеокарстовые). В последнее десятилетие, по мере формирования теории растворения в различных термобарических условиях, мнение о возможности карстообразования на больших глубинах начало меняться. В свете сложившихся в гидрогеологии представлений о латеральности, большой протяженности и высокоминерализованности водных потоков, артезианские условия спелеогенеза, как правило, не рассматриваются. Выявленные "неклассические" черты артезианских потоков заставляют изменить взгляд на условия образования многих пещер.

Глубинный спелеогенез имеет место в породах различной литологии и может включать разные механизмы растворения в результате воздействия различных физических факторов. Авторы считают определение гидравлической целостности и трансформационных взаимоотношений между водоносными горизонтами в артезианских бассейнах необходимыми условиями для правильной интерпретации эволюции водоносных горизонтов, спелеогенетических процессов и сопутствующих явлений в них. Эти идеи иллюстрируются на примерах

сравнительного анализа морфологии пещерных систем различных регионов Америки, Азии и Европы.

Раздел 5.3. содержит сведения о гипотезах спелеогенеза в условиях, не содержащих артезианские черты. Карстообразование обусловлено воздействием поглощаемых эпикарстовой зоной атмосферных и поверхностных вод преимущественно в карбонатных породах. Образуемые при этом пещеры получили название "common caves", поскольку они представляют более 90% открытых и закартированных полостей растворения длиной более сотни метров. Это пещеры вадозной и фреатической зон. Раздел иллюстрирован сведениями о пещерах и пещерных системах Мексики, Соединенных Штатов Америки, Канады, Северной Испании, Восточной Англии.

Часть 6 "Meso- and Micromorphology of Caves" фокусирует внимание на особенностях морфологического спектра отдельных элементов пещер. Здесь представлен обзор разнообразных коррозионных, эрозионных и гравитационных мезо- и микроспелеоформ, отражающих особенности образования пещер в вадозных или фреатических условиях с элементами геологоструктурного контроля.

Часть 7 "Speleogenesis in Noncarbonate Lithologies" логически дополняет сведения предыдущих частей монографии, посвященных преимущественно спелеогенезу в карбонатных породах. Открывает ее раздел, посвященный пещерам в сульфатных породах, учитывающий особенности гипсоносных формаций, химию и кинетику растворения гипсов. Большое внимание уделено анализу гидродинамических условий формирования пещерных систем в толщах гипсов и гипсоангидритов, находящихся в различных геологостратиграфических обстановках. Приведены сведения о длиннейших и глубочайших гипсовых пещерах мира (на 1996 г.). Представлена генетическая классификация гипсовых пещер. Сведения о спелеогенезе в солях представлены на примере территории Mount Sedom в Израиле, а в кварцитах – пещер Бразилии и Южной Африки.

Часть 8 "Some Implications of Speleogenetic Studies" объединяет материал теоретических и прикладных аспектов изучения спелеогенеза. Здесь акцентировано внимание на последовательном формировании карстовых коллекторов (преимущественно в известняках), как важнейшем факторе, определяющем водные ресурсы. Приведены сравнительные характеристики проницаемости карстующихся пород по различным регионам. Показана роль спелеогенеза, в частности вторичной пористости и кавернозности в миграции минералосодержащих растворов и осаждении из них минералов. Заключительный раздел содержит обзор проблем, возникающих на территориях с интенсивным развитием полостей (количество и качество водных ресурсов, воронко- и провалообразование).

Часть 9 "Bibliography" содержит более 1300 наименований; вероятно, это самый полный список публикаций, посвященный карстологическим и спелеологическим проблемам. Работы на кириллице впервые даны не просто на латинице, а в переводе на английский. Это вводит в научный обиход огромный, почти не тронутый ранее в международных изданиях, пласт славянской научной литературы.

Часть 10 "Index..." в алфавитном порядке содержит ссылки на цитируемых авторов, использованные термины и терминологические сочетания.

Книга иллюстрирована десятками рисунков. На обложке помещены цветные фотографии пещер Соф-Омар (Эфиопия) и Красной (Крым), выполненные советскими спелеологами.

В целом работа "Спелеогенезис" – яркое явление в карстоведческой литературе, великолепный подарок научным работникам и спелеологам к началу XXI в.

В. Н. К

Дублянский В. Н. Занимательная спелеология. Челябинск: Урал LTD. 2000. 528 с. Тираж не указан.

В 2000 г. вышла новая книга о пещерах, которая явилась подлинным подарком для всех тех, кто занимается исследованиями подземных пространств, интересуется вопросами карста, распространения и развития полостей в горных породах.

Автор книги – Виктор Николаевич Дублянский, виднейший гидрогеолог и спелеолог, почетный член Русского географического общества, заслуженный деятель науки Украины. За его плечами – около 50 научных экспедиций, сотни исследованных карстовых полостей, публикация почти 600 научных работ.

По признанию автора, ныне профессора Пермского университета, написание книги явилось итогом сорокалетнего труда. Выход ее подготовлен накоплением огромного материала о подземных полостях, ставшего результатом как собственных исследований автора, так и проведенного им анализа многотрудного изучения подземных глубин, осуществлявшегося спелеологами разных стран мира. Достаточно сказать, что список пещер, охарактеризованных или упоминаемых автором, содержит около 500 наименований.

Внимательно знакомясь с рассматриваемой книгой, убеждаешься, что содержание ее гораздо шире названия, на самом деле она является подлинной энциклопедией спелеологии. Интереснейшие сведения об открытии пещер сопровождаются подробной характеристикой их с различных точек зрения. Будучи по характеру изложения научно-популярным трудом, она предполагает активное восприятие читателями. Об этом говорит и сам автор: ... "не ждите просто легкого чтения: книга насыщена фактами, гипотезами, теориями. В ней много и специальных терминов, для разъяснения которых пришлось создать специальный словарь".

Книга В. Н. Дублянского убедительно доказывает, что вторая половина XX в. явилась эпохой подлинно великих спелеологических открытий, когда спортивное дерзание и научный анализ добытых сведений намного продвинули вперед изучение подземных полостей на нашей планете. Число известных сверхглубоких и сверхпротяженных пещер неизмеримо выросло, их открывают не только в классической "триаде": известняках, гипсах и соли, но и в породах иных типов, ранее считавшихся некарстовыми. Это дало возможность автору книги совместно с В. Н. Андрейчуком разработать новую классификацию пещер, включающую 27 типов подземных полостей естественного и искусственного происхождения.

Читателя увлекают описываемые в книге действия спелеологов, с каждым годом все дальше проникающих в неведомые подземные глубины. Таков, к примеру, рассказ о раскрытии тайн Воклюза, глубочайшего в мире карстового источника на юге Франции. Год за годом штурмовали его спелеологи, ныряя в глубь этого источника, стесненного стенами известнякового массива, или опуская в его беспредельно изливающиеся воды специальные рукотворные аппараты. На сто лет растянулись исследования Воклюза, пока не были получены фантастические результаты: дно этой обводненной естественной шахты достигнуто на глубине 315 м от земной поверхности и на 235 м ниже уровня Средиземного моря... Горизонтальные галереи, идущие в глубь массива со "дна" этого уникального источника, еще ждут своих исследователей.

Подробно рассмотрено в книге распространение подземных полостей по континентам и странам. Эти справочные сведения, вобравшие в себя данные публиковавшихся ранее сводок (в частности, Ф. Д. Бублейникова и Г. А. Максимовича), весьма существенно дополнены автором. Для значительного числа крупных полостей мира приводятся сведения об их протяженности и глубине.

Очень интересна глава "Что в имени тебе моем?". Она повествует о спелеотопонимии, о том, как возникают названия открываемых подземных полостей. Здесь, по нашему мнению, уместно было бы дать портретные характеристики первооткрывателей пещер. Судя по оброненным во

введении высказываниям, автор сознательно не стремился насыщать книгу "приключениями" спелеологов. Однако читатель был бы рад услышать живой (хотя бы и краткий) рассказ о наших исследователях пещер, таких как Владимир Илюхин, Владимир Киселев, Геннадий и Вячеслав Пантюхины, с которыми он много лет общался.

Страницы книги раскрывают перед читателем многообразие пещер. Подробно рассказывается в ней об отложениях подземных полостей и об их обитателях. В частности, целый раздел книги посвящен летучим мышам, своеобразным живым радарам, успешно осваивающим подземные пространства. Очень интересны сведения о находках в пещерах костей человека и предметов, с помощью которых он на заре своей истории обживал пещерные укрытия, о наскальных рисунках, сделанных рукой наших древних сородичей. Человек и сегодня находит самые различные возможности для использования подземных пространств. В них размещаются предприятия, убежища, склады продуктов и материалов, выращиваются сельскохозяйственные культуры; они используются и для спортивно-экскурсионных целей. Пещеры служат и для медико-биологических экспериментов; в целях наблюдений за поведением человеческого организма в экстремальных условиях пытливые исследователи добровольно проводят в безмолвных подземных полостях месяцы и даже годы. Небольшая глава "Под землю за здоровьем" знакомит читателя с использованием микроклимата пещер и их отложений как факторов, влияющих на здоровье человека.

Из книги В. Н. Дублянского видно, что в исследования подземных полостей на территории СССР было вложено много сил и энергии, а результаты этих исследований получили широкое признание. Его распад явился большой утратой и для отечественной спелеологии. Потребуется невероятно много труда для воссоздания и упрочения единства спелеологов бывших советских республик. Книга "Занимательная спелеология" послужит этому благородному делу.

Остается добавить, что осуществление авторского замысла оказалось очень успешным. Книга сделана с большой любовью, текст, написанный на высоком профессиональном уровне, удачно дополняется поэтическими строками самых разных авторов о пещерах. Хорошо выполнены рисунки и подобраны цветные слайды, снятые в ряде пещер мира.

Как любая большая работа, этот объемный труд (27 печатных листов) не свободен от недостатков. Это неверно поставленные разделы в таблицах (в результате меловой период оказался в кайнозойской эре), перевернутые фотоснимки натеков (сталактиты не "растут" вверх) и некоторые фактические ошибки (нынешний Президент международного союза спелеологов Джулия Джеймс – из Австралии, а не из Австрии и пр.). Но они не снижают общего положительного впечатления: нет сомнения, что книга "Занимательная спелеология" привлечет к себе внимание не только спелеологов, но и всех тех, кого волнуют неизведанные тайны земных глубин.

А. Н. Ильин

Kras i speleologia. № 9 (XVIII). Katowice: Wid-wo univ. Slaskiego, 1998. 240 p. Сборник посвящен профессору Жаку Нико в связи с присвоением ему звания почетного доктора Силезского университета. Он содержит 20 статей, написанных в основном на французском языке (с резюме на английском и польском языках). Во вступительной статье проф. М. Пулина характеризует деятельность Ж. Нико как исследователя классического средиземноморского карста и карста тропиков, главы французской школы геоморфологического картографирования карста, продолжателя дела Ж. Корбеля в исследованиях карстовой денудации, одного из организаторов спелеологической школы при ЮНЕСКО.

В научной части сборника помещены статьи Ж. Нико по палеогеоморфологии карстовых массивов Марокко и Алжира; о гипсовом карсте Прованса. Ж. Н. Саломон рассматривает специфику тропического, аридного и семиаридного карста. Вопросам антропогенного (техногенного) влияния на карст в Румынии и Польши посвящены статьи П. Коцеана, П. Онака, Я. Ружковского, Я. Мотыки и А. Постава. В обзоре А. Эрасо, К. Паредо, П. Гаре, Р. Медины освещены некоторые

гидрогеологические аспекты развития карста хребта Наканаи (Папуа-Новая-Гвинея). А. Ковальчик и А. Вильковский приводят данные лабораторных исследований водопроницаемости пород Силезского угольного бассейна. Фр. Сустерчич представляет модель развития классического карста Словении, М. Кнеж рассматривает фреатическую стадию развития знаменитой Шкоцианской пещеры, а Ш. Шебела – условия образования обвальных залов пещеры Постояна. Д. Лав характеризует начальные условия спелеогенеза из трещин разных размеров. Статьи Н. Зупана и Т. Пршилибский посвящены вопросам седиментологии в пещерах Словении, а Р. Добровольского – образованию известковых туфов в районе Хелма. Я. Песецкий на примере пещере Медвежья (Польша) рассматривает возможности использования радона как трассера. Обзорная статья В. Андрейчука и И. Лаврова характеризует пещеры Урала, а К. А. Горбуновой, Н. Г. Максимовича, С. М. Блинова и Г. А. Сычкиной – результаты компьютерного изучения режима уровней Кунгурской ледяной пещеры. Г. Барчик излагает результаты стационарного изучения химической денудации в Западных Татрах. Сборник хорошо иллюстрирован и представляет интерес для широкого круга специалистов.

Г. Н. Д.

Български пещери. № 6. 70 години организирана спелеология. София: Българска федерация по спелеология, 1999. 44 с.

Болгарское пещерное дружество было организовано 18.03.1929 г. по инициативе инж. Павла Петрова. Его первым президентом был проф. С. Петков (1929-1931), а последним (с 1985 г.) – биолог Петр Берон. В сборнике кратко излагается история болгарской спелеологии, описываются основные направления деятельности. А. Жалов рассказывает о путешествиях болгарских спелеологов в пещеры мира; А. Бендеров, С. Веселинов и А. Русев – о гидрохимии района пещеры Духлата и новых достижениях в ее исследовании; А. Русев и А. Жалов – об исследованиях сифонов у источников Врело, Большой (125 м) и Глава Панега (230 /-52 м); Т. Даалиев сообщает о результатах экспедиции на острова Борнео и Сулавеси, а А. Жалов – в Албанию; несколько статей посвящено организации охраны пещер. В сборнике приведены новые списки крупнейших пещер Болгарии: самые длинные – пещеры Духлата (17,6 км) и Орлова Чука (13,4 км), самые глубокие – Райчова дупка (377 м) и Барките-14 (356 м). Его иллюстрируют многочисленные фотографии. К сожалению, в сборнике мало сказано о традиционных болгарско-русских связях, которые зародились и окрепли в 60-е г. благодаря усилиям П. Трантеева, П. Недкова, П. Нейковского, А. Петковой, П. Райчева, Дм. Събева и многих других спелеологов.

Г. Н. Д.

Спелестологический ежегодник РОССИ. М., 1999. 191 с. Тираж не указан.

Весной 1997 г. в г. Старица (Тверская область) была проведена Первая Всероссийская спелестологическая конференция, по составу участников (Россия, Украина, Франция, Нидерланды) ставшая международной. Рецензируемый ежегодник – первое специализированное издание, освещающее проблемы исследования искусственных подземелий.

Сборник состоит из четырех разделов. В разделе "Поиски и исследования" описываются горные выработки и подземные архитектурные сооружения как историко-археологические и культурные памятники; в разделе "Теория и практика" рассматриваются теоретические и методические вопросы спелестологических исследований; раздел "Наши гости" включает

статьи авторов из ближнего зарубежья; раздел "Особое мнение" включает заметки по дискуссионным вопросам.

В сборнике помещено 19 статей, посвященных изучению искусственных полостей Центральной России (Московская, Рязанская, Кировская, Самарская, Белгородская области), Украины (Одесская область, Крым, Продолия, Буковина), Средней Азии (Кан-и-Гут). Он содержит очень много интересной информации, хорошо иллюстрирован (около 60 планов и схем).

Редколлегия сборника "Пещеры" поздравляет его составителей с несомненным успехом и считает необходимым тесное сотрудничество между спелеологами и спелестологами России. В качестве первого шага она открывает в сборнике "Пещеры" новую рубрику ("Искусственные подземные пространства").

Редколлегия

Спелеология Самарской области: Сборник статей. Самара, 1998. 81 с. Тираж не указан.

В сборнике помещены статьи М. П. Бортникова о карстово-спелеологическом районировании Самарской области и истории изучения ее пещер. В. А. Букин и К. Г. Бутырина описали несколько ее пещер (Братьев Гриве, Серноводскую и др.). Н. Е. Пудовкин сделал краткий обзор спелестологии области и описал Водинскую штольню. Статьи И. Б. Васильева и А. В. Метелкина посвящены археологии и биоспелеологии региона. Значительный методический интерес представляет заметка М. П. Бортникова о балльной оценке пещер. Сборник иллюстрирован планами и разрезами пещер.

И.М.Т.

Андрейчук В. Н. Полвека у Ледяной пещеры. Сосновец: Силезский университет, 2000. 117 с. Тираж 100 экз.

Это книга об ушедшем из жизни в 1997 г. Вячеславе Семеновиче Лукине, бессменном руководителе Кунгурского научного стационара, талантливом уральском геологе, чудесном человеке. Ее появление – дань уважения В. С. Лукину, личные воспоминания о многолетнем общении с ним его преемника В. Н. Андрейчука. Книга состоит из ряда очерков (Пещера, Город, Дорога, Природа, Человек, Инженер, Искатель), раскрывающих духовный мир скромнейшего Вячеслава Семеновича.

Книгу комментировать трудно: она написана о личном и очень лично. Вероятно, не со всеми трактовками автора (в особенности об окружении В. С.) можно полностью согласиться. Но, прочитав книгу, закрываешь ее с глубоким убеждением – В. С. Лукин был неординарным человеком и счастливы те, кто работал с ним или даже просто знал его...

Книга иллюстрирована уникальными фотографиями, к ней приложен список научных работ В. С. Лукина. Это хорошая память о нашем старшем коллеге и друге. Жаль только, что она опубликована в Польше, а не в России...

Г.Н.Д.

Путеводитель по Кунгуру и Ледяной пещере (для семейного чтения). В. Рапп. Пермь, 1999. 188 с. Тираж 5000 экз.

В книге рассматривается широкий круг вопросов – от истории г. Кунгура до сказок. Собственно Кунгурской пещере посвящен специальный раздел, есть упоминания о ней и в других разделах.

Книга написана живым языком, чувствуется, что автор, экскурсовод по пещере, привык общаться с различной аудиторией. В ней много малоизвестных фактов об истории Кунгурского района и Ледяной пещеры, однако не всегда материал излагается достаточно строго.

Досадно, что автор фактически умалчивает о роли Кунгурского стационара, исследующего пещеру на протяжении 50 лет и первым, после пионерных работ А. Т. Хлебникова, начавшего ее туристское освоение на государственном уровне (в книге сказано только: "...по подземному озеру на лодке плавают ученые Академии наук, что проживают и работают в двухэтажном здании недалеко от выхода из пещеры" (с. 82)...

Книга хорошо издана (твердый переплет, много рисунков и фотографий). Она является хорошим подарком "семейному" туристу, но не может заменить более содержательный путеводитель по пещере, который следует подготовить в ближайшие годы.

В. Н. Д.

Красная книга республика Алтай. Особо охраняемые территории и объекты. Горно-Алтайск, 2000. 272 с. 2000 экз.

Эта великолепно изданная работа (твердая обложка, мелованная бумага, цветные фото и схемы, английские аннотации к статьям, русские и латинские указатели фауны и флоры Алтая, внесенной в Красную книгу, именные указатели) посвящена проблемам охраны природы Алтая. В ней собраны нормативные материалы (извлечения из Закона Республики об особо охраняемых территориях), описания заповедников, заказников, зон покоя, памятников природы. Среди памятников природы отдельно охарактеризованы горные вершины и перевалы, пещеры, водопады, озера, водные источники, ландшафтные участки. Для читателей сборника "Пещеры" наиболее интересна глава о пещерах Алтая¹. Выход Красной книги – большое событие в природоохранной деятельности России. Желательна публикация такой же книги по Пермской области.

И.И.М.

Проблемы охраны и изучения природной среды Русского Севера : Материалы научно-практической конференции, посвященной 25-летию Государственного природного заповедника "Пинежский". Архангельск, 1999. 170 с. Тираж 200 экз.

Сборник включает 70 статей, объединенных в 5 разделов: итоги деятельности заповедника, геоморфология и почвоведение, ботаника и лесоведение, зоология и экология, экологическое просвещение. Для читателей "Пещер" наибольший интерес представляют статьи В. Н. Малкова, Е. В. Шавриной, В. А. Гуркало, Ю. И. Николаева и др. об истории исследований района, его спелеологическом районировании, организации мониторинга, отдельных пещерах. Очень интересен также раздел об организации экологических маршрутов и троп на заповедных территориях. Это свидетельствует, что от лозунга "запрещай" мы переходим к лозунгу "разрешай". Остается пожелать, чтобы лозунг стал политикой...

И.М.Т.

Landform Analysis. Vol. 1, 1997. Katowice, Poland. 82 p.

Среди статей сборника наибольший карстоведческий интерес представляет статья Мариана Пулина. "Karst areas in Poland and their changes by human impact", в которой охарактеризованы карстовые области Польши и дана оценка влиянию деятельности человека на карстовые процессы.

¹ См. статью А. М. Маринина в настоящем сборнике (прим. ред.)

Карстовые области Польши находятся в южных районах страны, где сосредоточены промышленные и сельскохозяйственные предприятия. Карстующиеся породы представлены, в основном, докембрийскими, палеозойскими, мезозойскими карбонатными породами (Судеты, Татры, Силезия, Краков), а также мезозойскими меловыми породами (Люблин) и палеоген-неогеновыми сульфатными и соляными отложениями (предгорья Карпат). Карстовые процессы особенно интенсивно происходили в тропическом климате палеогенового и неогенового периодов.

Площадь обнаженных карстующихся пород составляет всего около 3% общей площади страны, а 20% занимают участки, где они покрыты тонким слоем терригенных палеоген-неогеновых и четвертичных пород. Кроме того, на территории Польши известны районы развития палеокарста. Во время четвертичного оледенения карстовый рельеф в отдельных районах был значительно изменен. Многие карстовые районы имеют протяженные пещерные системы, часть из которых подверглась эрозии и заполнена обломочными осадками.

М. Пулина выделяет четыре основные карстовые области Польши: высокогорного карста Западных Татр, среднегорного карста Судет, массива Силезия-Краков, Люблинской возвышенности. Менее значительны районы развития сульфатного карста в бассейне р. Нида и соляного карста в районе Величка.

Западные Татры отличаются крупными вертикальными системами и слабым развитием поверхностных карстовых форм. Крупнейшей является пещера Снежная длиной 18 км и глубиной 807 м. Пещерные системы преобразованы в процессе таяния четвертичных ледников. Характерны высокодебитные родники, обычно приуроченные ко дну глубоких речных долин.

В Судетских горах развиты горизонтальные и вертикальные пещерные системы, длина которых не превышает 2 км, глубина – 113 м. Известны поверхностные карстовые формы, исчезающие реки, крупные карстовые источники.

Карстовая область Силезия-Краков является крупнейшей в стране. Карстуются триасовые, юрские известняки и доломиты, содержащие значительные запасы пресной воды. К некоторым карстовым депрессиям приурочены запасы бурого угля. В центральной части Краковской возвышенности выявлены пещеры и многочисленные карстовые источники.

Люблинская возвышенность характеризуется разнообразными карстовыми формами, выработанными в мезозойских мелах и известняках. В карстовых депрессиях в известняках известны буроугольные месторождения.

Особое внимание в статье уделяется рассмотрению влияния антропогенного воздействия на карст. Следы пребывания древних людей обнаружены во многих пещерах. В средневековье, во время частых войн, в пещерах прятали различные ценности. Изолированные скальные выходы карбонатных пород использовались для строительства крепостей. В последние 150 лет негативное влияние на карст оказывают промышленное и жилищное строительство, сокращение площадей лесных массивов, разработка полезных ископаемых.

Степень техногенного воздействия на карст Польши различна. Она максимальна в Силезии, где в районе разработки свинцово-цинковых месторождений выявлено исчезновение родников и обмеление рек. Избыточное внесение химических удобрений, сточных воды промышленного и сельскохозяйственного производства ухудшают качество пресных вод. Наиболее загрязнен юрский водоносный горизонт в западной части Силезско-Краковской моноклинали. В подземных водах установлено высокое содержание нитратов, сульфатов, хлоридов.

В результате посещения пещер туристами меняется микроклимат, химический состав воздуха пещер. Возрастание содержания углекислого газа в конденсационной воде ведет к разрушению натечных образований. Повышение температуры воздуха приводит к осушению пещер, в искусственно освещенных частях пещер появляется "лампенфлора".

В рецензируемой работе автор убедительно показал, что карстовые области Польши относятся к тем регионам Европы, которые подвержены самому интенсивному антропогенному воздействию.

Wielka Encyklopedia Geografii Swiata, Т. XVII. М. Pulina, W. Andrejczuk. Poznan: Wyd-wo Kurpisc. 2000. 357 s.

Большая энциклопедия географии мира. Т. 27. Карст и пещеры / М. Пулина, В. Андрейчук. Познань: Изд-во Курпич, 2000. 357 с.

В рамках государственной образовательной программы Польши вышел в свет очередной 27-й том Большой географической энциклопедии, посвященной карсту и пещерам. Авторами книги являются всемирно известные ученые – польский карстолог, профессор Силезского университета, зав. кафедрой геоморфологии М. Пулина и бывший российский карстовед, ныне также профессор Силезского университета (Польша) В. Андрейчук.

Книга состоит из двух крупных разделов: "Карст" и "Пещеры". В первом разделе освещены условия развития карста, особенности различных карстующихся пород, формы карстового рельефа. Приводятся многочисленные рисунки и фотографии. Приятно отметить, что представлено большое количество фотоснимков карстовых регионов России, в частности, Предуралья, где долго работал второй автор. В главе "Типы карста и карстовые ландшафты" рассматриваются разные типы карста Земного шара: останцовый – Юго-Восточной Азии и Китая; силикатный – Южной Америки; меловых отложений – Франции и др. В главе "Псевдокарст и криокарст" описаны различные псевдокарстовые формы.

Во втором разделе книги выделены главы: "Происхождение и типы пещер", "Гидрография и морфология пещер", "Пещерные отложения", "Климат, животный мир и человек в пещерах". Авторами охарактеризовано все разнообразие пещер земного шара, впервые приведена обзорная карта пещер мира.

Богатейшие иллюстрации – рисунки, фото авторов и перепечатки уникальных фотографий, известных спелеонзиданий дают живое представление о многообразии подземных полостей и пещерных отложений, особенностях обитателей пещер и древнейших пещерных рисунках первобытных художников.

К сожалению, книга не имеет даже резюме на английском языке. Хотелось бы, чтобы ее перевели на русский язык, что значительно расширит круг читателей и позволит карстооведам и спелеологам больше узнать об этом удивительном и неповторимом мире.

И. И. М.

Энциклопедия чудес природы. Discovering the wonders of our world: Пер. с англ. Copyright, Лондон-Нью-Йорк-Сидней-Москва, ЗАО Издательский дом Ридерз Дайджест, 2000. 456 с. Тираж не указан.

Рецензируемая книга объединяет в себе наиболее удивительные природные достопримечательности нашей планеты. Книга хорошо иллюстрирована, снабжена большим количеством фотографий, что делает её легко читаемой и весьма интересной. Чудеса природы объединены в несколько блоков, соответственно их географическому местоположению. Авторы – профессора нескольких университетов и колледжей Англии.

В книге содержатся сведения о наиболее интересных природных объектах: вулканах, пустынях, ледниках и водопадах, а также представителях флоры и фауны. К чудесам природы отнесены и ряд пещер. Всего приводятся сведения о 138 чудесах света, из которых на долю пещер приходится 5%.

Африка. Под хребтом Свартсберг в Южной Африке расположена система пещер Кэнго. Известковые образования этих пещер росли на протяжении более 150 тыс. лет. Система Кэнго имеет общую длину около 2 км, отличается внушительными размерами отдельных залов: высота зала Мастерская Дьявола – 29 м, длина зала Ван-Зила – 98 м, ширина – 49 м, высота – более 15 м

(в нем находится сталагмит Игла Клеопатры высотой 9,5 м, возраст 150 тыс. лет). Кроме сталактитов и сталагмитов здесь встречаются геликтиты и кристаллы.

Азия. К чудесам света отнесены искусственные пещеры в конусах Каппадокии в центральной части Турции. Каменные скульптуры Каппадокии расположены на плато, над которым возвышается потухший вулкан Эрджиас высотой 3916 м. Он и служил источником материала для образования конусов. Выброшенный при извержении вулкана пепел покрыл обширную территорию. Позже он застыл и образовал мягкую породу белого цвета. Сверху наслаивались более твердые и темные по окраске слои туфа. В начале второго тысячелетия до н. э. сюда пришли хетты и Каппадокия стала их царством. Возможно, именно тогда пещерные жители выкопали подземные убежища, позже расширившиеся в подземные города. Некоторые поселения были достаточно крупными. В Учисаре, например, многие жилища располагались глубоко под землёй и соединялись узкими коридорами с лестницами для перехода с одного уровня на другой. Таких уровней было до двадцати.

Одной из достопримечательностей Азии являются Гуйлиньские холмы. Это скопление островерхих холмов на юге Китая. Под Гуйлиньскими холмами находится лабиринт известняковых пещер, среди которых выделяется пещера Гаоянь (Высокая пещера), пронизывающая конусообразный холм. Одна из пещер называется Тростниковая дудочка. Глубина пещеры 250 м, поперечник достигает 120 м. Среди находящихся в ней каменных изваяний выделяется фигура Ученого старика. Во время второй мировой войны пещеры служили бомбоубежищем.

Гуйлиньские холмы являются примером останцового или фунлинного карста (по-китайски "фунлины" – останцовые горы в виде столбов, пиков, конусов), характерного для провинции Гуанси. Вдоль реки Гуйцзян на обширном известняковом плато (80 км длиной и 35 – шириной) поднимаются останцы высотой до 150-200 м. Карстующиеся известняки относятся к девону и карбону.

На Тайване к уникальным объектам отнесено ущелье Тароко. По нему проходит дорога протяжённостью 195 км. Отвесные стены ущелья из мрамора обступают реку Ливу от её истоков до впадения в море. Ласточкин грот, выпавший речными камнями, так глубок, что в нём свободно кружатся птицы. Один из участков дороги, прорубленный в скалах, называется Туннель девяти поворотов. Висячий мост через реку ведёт к гроту, из которого вытекают горячие сернистые воды источников Вэньшань.

На о-ве Калимантан (Борнео) в тропическом лесу высятся холмы, где скрыты карстовые полости – пещеры Мулу, образованные в пористых известняках. Вход в коридор, ведущий внутрь гряды, находится в отдалённой Скрытой долине. Его назвали пещерой Предсказаний. В пещере Удачи был найден туннель длиной 1,6 км с многочисленными водопадами и подземной рекой. Он ведёт к огромной пещере, в которой находится Зал Саравак, имеющий площадь, равную 26 футбольным полям...

Северная Америка. В Нью-Мексико находится пещера Лечугия протяжённостью почти 155 км. Пещера открыта в 1986 г. Это один из крупнейших в мире подземных лабиринтов. Полые сталактиты пещеры достигают длины 4,5 м. Есть образования, напоминающие жемчуг, кукурузу, воздушные шары. Волокна гипса толщиной с человеческий волос достигают 6 м в длину. В лабиринт пещер ведёт почти вертикальный колодец, названный Камнепадом.

Книга завершается разделом "Силы, формирующие облик Земли". Часть раздела посвящена роли карста в формировании ландшафтов, формам и структурам, образованным в результате этого процесса. На photographиях раздела запечатлены: Большой зал Карлсбадской пещеры в (США) и провал Джинглинг-Пот (Звенящий горшок) в Йоркшире.

В конце раздела приведён список десяти самых глубоких пещер мира. К настоящему времени, в связи с новыми открытиями в Австрии (Лампрехтсофен, -1632 м) и Абхазии (Крубера-Воронья, -1710 м) он уже устарел.

Н. В. Сапрохина, Н. Г. Максимович

Спелеотерапия в России (теория и практика лечения хронических заболеваний респираторного тракта в подземной сильвинитовой спелеолечебнице и наземных сильвинитовых спелеоклиматических камерах) / Л. А. Верихова. Пермская государственная медицинская академия, Пермский государственный технический университет. Пермь, 2000. 240 с: ил.

Хотя спелеотерапией начали заниматься в России еще в 1977 г., когда была открыта первая в мире подземная спелеолечебница в калийном руднике в г. Березники, обобщающих работ медицинского направления не было. Теперь такая монография появилась. Ее автор, к.м.н., доц. Лидия Алексеевна Верихова занимается проблемами спелеотерапии с начала развития этого метода лечения в России. Ответственный редактор монографии – д.т.н., проф. Г. З. Файнбург много сделал для развития спелеотерапии в России. Рецензентами выступили известные ученые в области спелеотерапии – д.м.н., проф. В. В. Черешнев и основатель советской спелеотерапии (на базе Солотвинских солекопей) д.м.н., проф. М. Д. Торохтин.

Все это обеспечило высокий научный уровень и разносторонность изложения материала. Монография состоит из 6 глав, введения и заключения, хорошо иллюстрирована (17 цветных фотографий, 47 рисунков, 75 таблиц, библиография из 224 наименования). Она подготовлена к печати Региональным центром безопасности и здоровья человека "Техновита" по решению Ученого Совета Пермской государственной медицинской академии и издана при финансовой поддержке ОАО "Уралкалий" (г. Березники), ОАО "Сильвинит" (г. Соликамск) и ООО "Научно-внедренческое управление" (г. Березники).

Первая глава посвящена истории спелеотерапии. Ее достоинством является изложение не только исторических аспектов спелеотерапии и строительства сильвинитовых спелеоклиматических камер (ССК), но и освещение некоторых геохимических проблем формирования месторождений калийных солей, что позволяет понять структуру и особенности спелеобразующих пород калийной спелеолечебницы и сильвинита – материала, из которого построены ССК.

Интересна вторая глава, в которой автор впервые выдвигает общую концепцию влияния спелеотерапии на человека, основываясь на теории гормезиса, в том числе радиационного гормезиса. На основе предложенной концепции автор предлагает теоретическую модель лечебной пещеры и дает ее определение.

В третьей главе подробно, доходчиво изложены современные взгляды на становление, стратегию и тактику лечения хронических заболеваний респираторного тракта и их осложнения, а также представлены взгляды на хронические обострения заболевания легких. Изложенные в этой главе сведения позволяют грамотно сформулировать клинический, развернутый диагноз больному, который является основой для решения вопросов целесообразности применения спелеотерапии и лечения в ССК, выбрать наилучший период времени и сроки для ее проведения.

В четвертой главе автор представляет свои взгляды на общность принципов терапии описанных хронических заболеваний респираторного тракта, на базе которых определено место спелеотерапии и лечения в ССК в номинальной терапии этих болезней. В последующих разделах главы описаны все медицинские аспекты спелеотерапии в первой в мире сильвинитовой спелеолечебнице города Березники. Дана подробная характеристика микроклимата спелеолечебницы, изложены показания и противопоказания к спелеотерапии, приведен анализ ее

эффективности, динамика функций внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы, а также основных параметров гомеостаза. Убедительно доказано позитивное влияние спелеотерапии на течения заболеваний, при которых проводилось лечение и нормализующее влияние спелеотерапии на изученные параметры гомеостаза.

Пятая глава знакомит читателя с устройством, параметрами микроклимата первой в мире ССК, построенной в МСЧ "Калиец" г. Соликамска. Подробно излагаются особенности работы ССК, показания и противопоказания к назначению этого вида лечения, методика лечения. Даны четкие рекомендации по организации лечения, указаны возможности индивидуализации лечения. В главе представлены результаты лечения больных: общая терапевтическая эффективность, изменение функций внешнего дыхания, ряда параметров гомеостаза, течения сопутствующих заболеваний. По существу, это первое подробное изложение лечения больных в ССК, разработанных и построенных пермскими учеными и инженерами.

Шестая глава посвящена анализу и рекомендациям к использованию ССК для лечения детей. В ней представлены данные, указывающие на позитивные изменения состояния здоровья детей с заболеваниями респираторного тракта. В главе даны схемы лечения детей, применимые в различных ССК.

Монография достаточно глубоко и подробно отражает не только теорию и практику спелеотерапии в России, но и нового метода лечения, появившегося в России на базе спелеотерапии – лечения в силивинитовых спелеоклиматических камерах. Это первый труд, достаточно полно обобщающий медицинские аспекты спелеотерапии и лечения в ССК.

Книга полезна широкому кругу спелеотерапевтов, практических врачей, научных работников, занимающихся проблемами спелеотерапии и лечения в ССК, студентам высших и средних медицинских заведений, всем, кому интересна спелеология.

Редколлегия

Hohlenmalerei. Ein Handbuch. / M. Lorblanchet. Sigmaringen: J. Thorbecke Verlag, 1997. 340 s.

Пещерная живопись: Руководство / М. Лорбланше. Зигмаринген: Изд-во Я. Торбеке, 1997. 340 с.

Эта необычная книга – справочное пособие-руководство. Оно богато иллюстрировано большим количеством изображений древних животных редких и исчезнувших видов, а также рисунков-символов. Все это позволяет представить пещерную живопись как один из важнейших этапов в развитии древнекаменного искусства. Почтенный возраст пещерных изображений (некоторым из них 32 тыс лет) свидетельствует о довольно высоком уровне пещерной живописи и в корне меняет современные представления о ходе ее развития. Это убедительно доказывает в своей книге один из лучших знатоков пещерного искусства – М. Лорбланше.

Наиболее значительное распространение пещерная живопись получила в Западной Европе. Именно во Франции, Испании, Португалии представлены важнейшие памятники первобытного искусства палеолитической эпохи. Автор книги ведет читателя по пещерам с рисунками, объясняя их происхождение, технику и мотивы исполнения, духовный мир древних художников.

Книга позволяет нам при помощи великолепных иллюстраций полнее представить разнообразный мир пещерного искусства и настенной живописи. Это особенно важно, так как к настоящему времени накоплено еще очень мало материальных свидетельств самого древнего периода в культурном развитии человеческой цивилизации.

Увлекательно написанная книга об истории пещерной живописи раскрывает перед нами не только самые ранние исследования в этой области, но и сам процесс развития этой области археологической науки. Это очень интересно для специалистов и для многих любителей искусства и культуры. Автор подробно описывает и иллюстрирует рисунками и фотографиями богатые пещерные комплексы – музеи, карстовые полости со сложнейшими образчиками палеолитического искусства в пределах Западной Европы. Здесь же, что особенно важно для российских ученых-археологов, М. Лорбланше впервые представляет несколько фотографий древних рисунков из пещер Каповой и Игнatieвской на Ю. Урале.

Далее автор рассказывает о многообразии пещерного искусства в различных формах и видах: малые формы, настенные рисунки на дневной поверхности и в глубине пещер, гравированные изображения и т.д. На схеме указывается расположение пещер и других памятников первобытного искусства в Европе. Подробно рассмотрены темы рисунков: животные, изображения человека, неопределенные линии, другие формы. Тут же приводится техника исполнения рисунков: живопись, графика, плоский и искусственно смоделированный рельеф, комбинированная техника. Проводится хронологический и культурный обзор техники исполнения. Одна из глав книги посвящена вопросам реставрации картин пещерной живописи. Параллельно автор приводит материалы экспериментов по определению структуры и состава самих красок, которыми были в древности нарисованы эти картины.

Отдельная глава посвящена вопросам датировки образцов палеолитического искусства. М. Лорбланше подчеркивает сложность датировок рисунков и характеризует возможные объективные и субъективные методы оценки возраста пещерных изображений. Приведен список датировок наиболее значимых пещерных памятников Западной Европы.

Специальный раздел посвящен научно-исследовательскому базису. Автор приводит список ученых, в разные годы занимавшихся изучением пещерной живописи, результаты их исследований и возникшие при этом теории. Затем следуют разделы практических работ по изучению способов и методов нанесения изображений: анализы красок и пигментов, изготовление самих красок, выбор цвета и методов нанесения, подготовка стен под изображения и т. д.

Столь глубокое изучение предмета позволили М. Лорбланше приступить к осуществлению необычного эксперимента по нанесению специально изготовленными красками реальных изображений на стене одной из выбранных для этой цели пещер. При этом использовались различные методы, способы, техника, инструменты и краска, доступные только для уровня первобытного художника.

Книгу иллюстрируют 287 цветных фотографий и черно-белых рисунков. Библиографический указатель составляет 209 наименований. В конце книги помещена разнообразная справочная информация.

С. М. Баранов

Hohlenmalerei in Ural. Kapova und Ignatievskaja. Die altsteinzeitlichen Bilderhöhlen im Südlichen Ural. / V. E. Scelinskij, V. N. Sirokov. Deutschland, Sigmaringen: Jan Thorbecke Verlag, 1999. 172 s.

Пещерная живопись на Урале. Капова и Игнатьевская. Древнекаменные украшенные пещеры на Южном Урале / В. Е. Щелинский, В. Н. Широков. Германия, Зигмаринген: изд-во Я. Торбеке, 1999. 172 с.

Эта прекрасно изданная и великолепно иллюстрированная книга-альбом написана двумя российскими учеными-археологами В. Е. Щелинским (Санкт-Петербург) и В. Н. Широковым (Екатеринбург). Она была переведена на немецкий язык и издана при содействии и участии известного немецкого ученого-археолога, специалиста по древнекаменному искусству Герхарда Бозински.

Данная книга – первое издание подобного рода, хорошо оформленное и вышедшее в свет за рубежом. Она знакомит зарубежных специалистов по пещерному искусству с новыми уникальными историческими памятниками – украшенными палеолитической живописью пещерами на Ю. Урале.

Ее выход обуславливает своеобразный переворот в сознании и понимании многообразия и широкого географического распространения первобытной культуры. Общеизвестно, что до недавнего времени с пещерной живописью были связаны только подземные полости юга Франции и Испании. Но никто из западных ученых не мог себе представить, что такая же пещерная живопись существует на Урале...

Сегодня доказано, что возраст рисунков из пещер на Южном Урале одного времени с подобными изображениями в пещерах Альтамира (Испания) и Нио (Франция). Авторы книги с полным правом утверждают, что открытие палеолитических росписей в Каповой и Игнatieвской пещерах расширило культурное пространство первобытных людей от Атлантики на западе и до Урала – на востоке.

Эта книга вводит нас в многообразный мир охотничьей и шаманской культуры, где рядом с реалистическими изображениями животных соседствуют танцующая голова-птица (Капова пещера) и мифический женский образ (Игнatieвская пещера). Тут же и неразгаданные пока образы-рисунки и различные геометрические символы.

Читателей сопровождают в этом необычном путешествии во времени компетентные проводники – специалисты по незнакомой еще большинству ученых ледниковой культуре Восточной Европы. Они дают информацию не только по истории этих украшенных пещер, но и по малоизвестным природным ландшафтам на границе Европы и Азии.

К несомненным достоинствам книги следует отнести необычные цветные иллюстрации древних рисунков из Игнatieвской пещеры, выполненные с применением современных методов компьютерной графики. Это позволило усилить изображение, "поднять" уже почти невидимые, утраченные части рисунков пещерной живописи до их первоначального состояния.

Книга состоит из пяти частей – разделов. В первом разделе авторы дают общую физико-географическую характеристику Урала. Затем приводят краткие сведения об известных к настоящему времени пещерах и гротах Урала с археологическими находками эпохи палеолита (всего 22). Отмечается, что большинство этих полостей находится в пределах Ю. Урала, в том числе четыре пещеры с древними рисунками (Капова, Игнatieвская, Серпиевская-2, Мурадымовская-2).

Во втором разделе, написанном В. Е. Щелинским, речь идет о Каповой пещере на р. Белой в Башкортостане. Описываются ее окрестности, даются сведения о национальном парке Шульган-Таш, на территории которого расположена пещера. Уделено место легендам и мифам об этой пещере, первым литературным источникам о ней и сегодняшнему экологическому состоянию подземной полости. Основная часть раздела посвящена истории открытия настенных рисунков, их изучению, археологическому исследованию культурных слоев пещеры, раскопкам и находкам, описанию выявленных рисунков древних людей.

Третий раздел написан В. Н. Широковым и знакомит читателей с Игнatieвской пещерой на р. Сим в Челябинской области. Указывается ее местоположение, дается краткое описание пещеры и истории ее изучения, а также истории открытия в ней рисунков людей палеолитической эпохи. Затем автор представляет сами рисунки, расшифровывает их содержание и значение, приводит результаты раскопок, перечисляет археологические и палеонтологические находки, в том числе и кусочки древесного угля, по которым радиоуглеродным методом была произведена оценка возраста рисунков. Отдельно автор говорит о постоянной угрозе для сохранности уникальных рисунков и реальной опасности их утраты при бесконтрольном посещении пещеры.

В четвертом разделе авторы совместно дают краткие описания еще двух южноуральских пещер, где также обнаружены рисунки древних людей. На примере пещер Серпиевская-2 (Челябинская область) и Мурадымовская-2 (Башкортостан) с их настенными изображениями убедительно доказывается возможность открытий подобных рисунков и в других полостях Урала.

Пятый раздел написан немецким ученым-археологом Г. Бозински. В нем он проводит параллели и находит несомненное сходство в изображениях пещер Урала и юго-западной Европы, двух удаленных друг от друга на 4 тыс. км пещерных центров первобытного искусства. Г. Бозински анализирует изображения мамонтов и других животных, символических рисунков и антропоморфных фигур, находя в них общие черты и манеру исполнения.

Книга иллюстрирована 226 цветными и черно-белыми фотографиями интерьеров пещер, рисунков древних людей и картосхемами. Обширный библиографический список включает более 160 наименований работ советских, российских и зарубежных авторов.

Остается сожалеть, что эта прекрасная и нужная многим книга вышла только за рубежом и остается недоступной для большинства российских читателей и специалистов. Хотелось бы надеется на ее будущее издание и у нас в стране на русском языке.

С. М. Баранов

ХРОНИКА

THE CHRONICLE

Международный слет спелеологов.

Время летит незаметно: в 1962 г. в Крыму, на карстовом массиве Ай-Петри состоялся 1 слет спелеологов СССР¹. И вот через 37 лет, в начале октября 1999 г. на нижнем плато карстового массива Чатыр-Даг проходит последний в XX в., уже Международный слет спелеологов...

В слете приняли участие более 180 чел. из 5 стран. Большинство его участников представляли спелеологические объединения Украины и России. Делегации Болгарии состояла из 8, Румынии – из 4 чел, один спелеолог приехал даже из Швейцарии. В слете участвовало много ученых и известных спелеологов – основателей советской спелеологии.

В программе слета были заявлены спелеологические чтения; доклады об исследованиях, экспедициях открытиях; работа тематических комиссий Украинской ассоциации спелеологов и Российского Союза спелеологов; соревнования по вертикальному контесту и спелеотехнике на трассе SRT; экскурсии в оборудованные пещеры Мраморная и Эмине-Баир-Хосар; спортивные прохождения шахт пещер Бездонной и Ход Конем; футбольный матч Россия-Украина; товарищеская вечеринка с представлением лауреатов, награждением победителей соревнований, аукционом.

Благодаря прекрасной организации вся обширная программа слета была выполнена. Подготовка и проведение съезда осуществлялись оргкомитетом Украинской ассоциации спелеологов (рук. А. Б. Климчук) и Центром Оникс-Тур (директор А. Ф. Козлов). Несомненную поддержку слет получил и от "вышестоящих организаций": все дни и ночи на плато стояла умеренно жаркая, безоблачная погода.

Все доклады и сообщения были интересны для участников слета, но ключевым, несомненно, был доклад В. Н. Дублянского, одного из основоположников современной отечественной спелеологии, бывшего крымчанина, ныне профессора Пермского университета: "Спелеология на пороге XXI века".

¹ Информацию о 1-м слете спелеологов см. в сборнике "Пещеры" № 3, 1963 г. (прим. ред.)

Виктор Николаевич аргументировано и очень образно отразил гигантский скачок, происшедший в спелеологии. За 40 лет советские спелеологи (а впоследствии их преемники из стран СНГ) достигли уровня европейских коллег, национальным организациям которых более века. Подтверждение этому – "сухие" цифры: количество исследованных пещер, их суммарные и максимальные длина и глубина... Анализ этой информации подтверждает необходимость исследовательской работы спелеологов: наряду с ростом их технической оснащенности и спортивных возможностей должен расти и качественный уровень исследовательских работ...

В разделе сообщений об экспедициях наибольшее внимание привлекла информация международной группы CAVEX о достижении в пещере Дзоу глубины 1110 м (рук. экспедиции Д. Провалов). Второй сенсацией стало известие об увеличении глубины пещеры Воронья с 340 до 750 м (рук. экспедиции Ю. Касьян).

Все съездовские акции проводились на территории комплекса Оникс-Тур. В программу съезда входило посещение оборудованных пещер Чатырдага. В. Н. Дублянский и А. Б. Климчук не раз отмечали, что пещеры являются природными музеями. Они принадлежат всем людям, но для того чтобы сделать их доступными, необходимы значительные средства и неиссякаемый энтузиазм.

Всего 10 лет ведутся работы по освоению подземного мира Чатырдага. В пещерах Мраморная и Эмине-Баир-Хосар проложены удобные дорожки, сделано корректное освещение; за основу текстов экскурсий взяты специальные разработки В. Н. Дублянского. Создание такого комплекса делает честь не только его организатору и руководителю, Александру Фотиевичу Козлову, но всей нашей национальной спелеологии; оно позволяет сохранить природу красивейшего плато Крыма, обеспечить безопасность групп, совершающих спортивные выходы в пещеры.

К сожалению, не все участники развернувшейся в 2000-2001 гг. заочных дискуссий в интернете о правомерности использования пещер в экскурсионных целях, знакомы с опытом работы центра Оникс-Тур... Ведь даже исследователи пещер не всегда представляют всего великолепия, сокрытого недрами. При достаточном освещении даже "обычные" с точки зрения бывалых спелеологов пещеры поражают красотой.

Создание экскурсионных объектов позволяет обычным людям прикоснуться к тайнам пещер. Равнодушных не бывает. Сотни тысяч людей получают возможность видеть сокровища подземных дворцов, опытные инструктора, излагая первичные сведения о происхождение пещер, акцентируют внимание на их уникальности и хрупкости. Молодые посетители часто спрашивают о возможности заняться спелеологией.

Мы уезжали из Крыма, "переполненные" не только впечатлениями от выслушанных докладов и сообщений, новых знакомств. Итогом съезда было твердое убеждение, что отечественная спелеология, несмотря на сложные времена, не только жива, но и активно развивается. В XXI в. нас ждут новые открытия!

Н. В. Попова

12-й съезд Ассоциации спелеологов Урала и 3-й съезд Российского союза спелеологов. 16-17 декабря 2000 г. в Челябинске состоялись очередные съезды Ассоциации спелеологов Урала (АСУ) и Российского союза спелеологов (РСС).

В работе 12 съезда АСУ приняли участие спелеологи Челябинской, Свердловской, Пермской, Оренбургской областей и Республики Башкортостан. Были заслушаны отчеты членов исполкома Ассоциации – представителей областных и республиканских спелеокомиссий, отчеты координаторов тематических комиссий АСУ о работе в 2000 году, а также сообщения о спелеологических открытиях с мест. Съезд подтвердил полномочия президиума и исполкома АСУ.

Съезд АСУ плавно перешел в съезд РСС, на котором помимо уральских спелеологов присутствовали президент РСС Ю. Косоруков (Москва) и член исполкома РСС И. Бурмак (Красноярск).

На съезде были продлены полномочия исполкома Союза и президента РСС Ю. Косорукова, рассмотрено и принято "Положение о попечительстве над пещерами России", приняты решения о назначении главным редактором "Бюллетеня РСС" Г. Сапожникова (Екатеринбург) и о проведении 7-9 сентября 2001 г. в г. Сочи III Чемпионата России по спелеотехнике.

Большой интерес вызвали сообщения о возможности использовании GPS-приемников для определения местоположения пещер (И. Лавров), а также об электронном кадастре пещер Красноярского края (И. Бурмак).

И. А. Лавров

11-й Международный симпозиум по спелеотерапии.

После длительного перерыва, вызванного объективными (тяжелое экономическое положение в странах Восточной Европы) и субъективными (внезапная кончина Президента Международной комиссии по спелеотерапии UIS д-ра Тибора Хорвата) обстоятельствами, 23-26.09.1999 г. в Златы Горы (Zlate Hory), Чехия, состоялся 11-й Международный симпозиум по спелеотерапии.

Предыдущий, 10-й симпозиум прошел в Бад-Блейберге, Австрия, в 1992 г., а внеочередной симпозиум, посвященный 25-летию спелеотерапии на Украине (и в СССР), – в Солотвино в 1993 г. К сожалению, на Международных конгрессах по спелеологии в Китае (1993 г.) и в Швейцарии (1997 г.) представительство "спелеотерапевтов" было явно недостаточным, а тематика их интересов являлась небольшим и неосновным фрагментом главного русла научной (и тем более спортивной) спелеологии.

Поэтому достаточно представительная встреча ученых и практиков из основных "спелеотерапевтических" стран (Австрия, Чехия, Словакия, Словения, Венгрия, Польша, Украина, Россия) в Златы Горах была в чем-то "вторым рождением" спелеотерапии. В работе симпозиума принял участие почетный Президент UIS, ее основатель и организатор, профессор Х. Триммель из Венского университета. Россия была представлена директором Регионального центра безопасности и здоровья человека "Техновита" ПГТУ проф. Г. З. Файнбургом и доцентом ПГМА Л. А. Вериховой. Симпозиум проходил на базе детского санатория "Эдел", активно применяющего для восстановительного лечения спелеолечебницу, отлично оборудованную в заброшенных штольнях бывшего рудника. Несколько дней напряженной работы: научные заседания, дискуссии, посещения санаториев и спелеолечебницы – все это, безусловно, способствовало развитию теории и практики спелеотерапии.

Большой интерес собравшихся вызвала предложенная пермскими учеными концепция единого лечебного воздействия разнообразных факторов спелеотерапии ввиду так называемого гормезиса защитных сил организма при слабом изменении физических факторов окружающей среды, таких как радиоактивность, ионизация и чистота воздуха, стабильность тепловлажностных условий и т. п. Эта концепция впервые в многовековой истории спелеотерапии позволила научно объяснить широкоизвестный, но совершенно непонятный факт, заключающийся в том, что различные условия карстовых пещер, рудников, соляных и калийных шахт оказывают практически одинаковое лечебное воздействие на аллергические заболевания, в первую очередь, на астму.

В рамках симпозиума прошли заседания Международной постоянной комиссии по Спелеотерапии UIS. На итоговом организационном заседании проф. Г. З. Файнбург был избран Вице-президентом комиссии.

12-й Международный симпозиум по спелеотерапии состоится в Йошвафо (Josvafo), Венгрия, 13-16.09.2001 г. при спонсорской поддержке национального парка Аггтелек и его директора Габора Саламона. Выбор места проведения симпозиума обусловлен более чем 30 летним опытом применения спелеотерапии и открывающейся в пещере Барадла спелеолечебнице.

Тематика симпозиума предусматривает обсуждение терапевтических возможностей пещер, эффективности спелеотерапии (опыт последних нескольких лет), новых направлений в исследованиях, взаимосвязей физических, химических и биологических исследований в спелеотерапии. Регистрационный взнос – 40 USD, за питание – 72 USD, пять дней проживания в двухместном номере – 125 USD. Официальными языками симпозиума определены венгерский, английский и русский, тезисы доклада представлять на английском языке: baradla@yahoo.com.

Г. З. Файнбург

UIS-Bulletin, 1999. Vol. 45; 2000. Vol. 46. Бюллетень МСС, 1999. Т. 45; 2000. Т. 46.

В Бюллетенях содержится дополнительная информация о 13-м Международном спелеологическом конгрессе, который впервые будет проходить Южной Америке (07-08.2001 г., Бразилия). В рамках Конгресса будут проведены симпозиумы по биоспелеологии, археологии и палеонтологии пещер, погружениям в пещерах и др.

С 14 по 21.07 состоится предконгрессная, а 23.07-08.08 – послеконгрессная экскурсии по Бразилии: карстовые и псевдокарстовые (кварцитовые) пещеры, пещеры, освоенные для туризма, представляющие исторический и биологический интерес, погружения в пещерах и пр. Возможны выезды в пещеры Аргентины, Венесуэлы, Центральной Мексики и Юкатана.

В Бюллетене приведен действующий Устав Союза спелеологов, а также информация о работе его комиссий. Активно работают комиссии вулканических пещер (пред. Ж. Поль ван дер Пас); пещер ледников и полярных стран (пред. А. Эрасо); псевдокарста (пред. И. Эстерхази); спелеотерапии (пред. С. Длухолоуцки); археологии пещер (сопред. Р. Хапка и Д. Хаббард); спасения в пещерах (пред. А. Слагмолен); библиографии (пред. Р. Бернасconi). Председателем комиссии по гидрогеологии карста и спелеогенеза стал А. Климчук (Украина).

Приводятся сведения о работе спелеологических организаций и коллективов разных стран, новых публикациях, открытиях и пр.

Редколлегия

СПРАВОЧНЫЙ ОТДЕЛ

REFERENCE INFORMATION

КАРСТОВЫЕ СИФОНЫ БЫВШЕГО СССР¹

Подводной спелеологией занимается не более одного процента всех спортсменов-спелеологов, но интерес к затопленным участкам пещер есть везде, где сифоны преграждают путь исследователей. Большая часть пещер заканчивается сифонами, а многие начинаются с них. Остановиться перед сифоном – значит не завершить прохождение пещеры и сдать ее перед природой. Сифонов гораздо меньше, чем пещер, но без их характеристики описание карстового района будет неполным. Без развития подводной спелеологии не может быть прогресса в спортивном прохождении пещер, их изучении и в становлении гидрогеологии карста. Об этом убедительно свидетельствуют материалы зарубежных исследований, где выполнены рекордные погружения в заполненные водой пещеры (200-300 м по глубине, десятки километров по протяженности).

Единственная попытка систематизировать информацию о спелеоподводных объектах в пределах бывшего СССР – перечень сифонов СНГ, составленный Владимиром Киселевым [1]. Большая часть сведений для нового перечня взята именно из него, остальное – свежие данные и дополнительная информация к уже известным описаниям сифонов. Несмотря на дополнения, это по-прежнему перечень, а не каталог: в нем нет топосъемок или хотя бы схем сифонов, их спортивно-технического и геологического описаний. Причина одна – недостаток информации, что связано с общим состоянием дел в подводной спелеологии.

В бывшем СССР сейчас сравнительно немного подводников работают в пещерах – это ясно из первых результатов деятельности секции спелеоподводных исследований РСС, созданной для того, чтобы стать центром по поддержке подводников всей России.

Предлагаемые материалы – это перечень известных сифонов с их краткой характеристикой: название пещеры или источника, расположение, длина и глубина сифона, результаты исследования (пройден или продолжается), краткая информация о перспективах продолжения или причинах, остановивших прохождение сифона.

Обозначения сифонов приняты в виде: **С4 (60/-5)***, где **С4** – номер сифона; **60** – протяженность сифона в метрах (полная, а не проективная длина); **-5** – глубина сифона в метрах; ***** – сифон имеет продолжение (или ... – нет точной информации; **?** – нет сведений о параметрах сифона). Если сифон указан без *****, то последнюю запись следует считать относящейся к засифонной части пещеры.

© А. Шумейко, 2001

¹ Текст статьи был представлен А. Шумейко в 1999 г., уже после сдачи в типографию предыдущего номера сборника. Все попытки связаться с автором в 2000-2001 гг. успеха не имели. Поэтому он дополнен только теми данными, которые прошли через спелеологические публикации и сообщения по Е-мэйл. Редколлегия полагает, что и в таком виде она будет полезной спелеологам страны. Ею изменен порядок изложения материала в соответствии с географическим расположением карстовых массивов, уточнены названия отдельных географических объектов, сифоны расположены в алфавитном порядке, дополнен список литературы (прим. ред.)

Некоторые данные взяты из старых описаний, где "С(15; -2)* узость" означало, что сифон пройден до непроходимого препятствия. Так как очень трудно объективно судить, насколько узость действительно непроходима, в данном перечне пишется "до узости". Сифоны, помеченные галочкой (·) сохранили старый тип записи до выяснения подробностей.

РОССИЯ

Пинежье

1. Пещера Железные ворота-52 С (210/?);
2. Соединение пещер Олимпийской и Ломоносовской: С (280/?).

Пермская область

1. Голубое Озеро (р. Чусовая): С (240/-56)*с ответвлениями [2];
2. Источник Гремящий ключ (р. Чусовая): С (64/-6) до непроходимой щели [2];
3. Источник Поньш: С1 (7/-3); С2 (15/-10); С3 (10/?) [2];
4. Пещера Геологов-2: С1 (3/-1); С2 (4/-1) [2];
5. Пещера Зуятская (р. Сылва): С (76/-6)* с 3 завалами до пузыря [2];
6. Пещера Кунгурская: несколько сифонов в озерах до (15/-6) [2];
7. Пещера Ординская: С1 (80/-19); С2 (75/-15); С3 (105/-9); С4 (100/-9); С5 (935/-15)*; С5' (355/-20); С6 (230/-16); общая протяженность подводных ходов 3,2 км [4];
8. Пещера Параллельная: С (20/-6)* [1];
9. Пещера Желтых Вод: С (18/-18) [1];
10. Пещера Уинская 3: С(20/-3) продолжающаяся галерея [2].

Башкортостан

1. Источник Красный Ключ: С (40/-38)* [1];
2. Источник Сакаса: С (120/-66)* [2];
3. Пещера Зигзаг: С1 (65/-1); С2 (12/-2); С3 (6/-1) до узости [1];
4. Пещера Капова (Шульган-Таш): С1 (50/-26)*; С2 (70/-12)* тупик; С3 (10/-4); С4 (50/-10); С5 (20/-7); С6 (110/-13)* [2]; С1 (70/-33)*; С6 (175/-13)*; [3]; С4 (310/-13) [1];
5. Пещера Киндерлинская (Победа): С1 (230/-48)*; С2 (70/-10)*; С3 (10/-2) до завала [1];
7. Пещера Сукурай: С1 (128/ ?); С2 (60/?) [2];
8. Пещера Сумган-Кутук: С1 (220/-12)* вверх по потоку; С2(?) вниз по потоку [2]; С1 (90/-9); С2(80/-7) вверх по потоку; С3 не обследовался [3].

Свердловская область

1. Пещера Шемахинская-1: С2 (30/?); С3 (50*?) [2].

Челябинская область

1. Пещера Гореловская: С1 (22/-10)* узость [1];
2. Пещера Сухая Атя: С1 (10/-2); С2 (25/-19)* узость [2];
3. Пещера Точильная (р. Аша): С1 (5/-3)* узость [2];
4. Пещера Шалашовская: С1 (12/-5)* узость [1].

Северо-Западный Кавказ (в целом)

1. Пещера Сифон: С (80/-11) [1];
2. Пещера Университетская: С (15/-6) [1].

Массив Сары-Тала

1. Источник Белая Речка: С (40/-2) [1];
2. Пещера Су-Акан: С (10/-2)* [1];
3. Источник Хеу: С(100; -8)* [1].

Массив Герпегем

1. Пещера б/н: С (80/-10)? [1].

Массив Фишт

1. Пещера Англо-Русская: С1 (100/-8)*, С2 (8/-4,8)* до узости [4];
2. Пещера-источник МГУ 95-5: С1 проходится на задержке дыхания, С2 (14/-2,6) [4];
3. Пещера-источник МГУ 95-6: С1 (5/-1)* [4].
4. Шахта Парящая Птица: С1 (20/-18)* [1].

Массив Лагонаки

1. Пещера Исиченко; С1 (20/ ?) [1].

Массив Алек

1. Пещера-источник Ацинская (Соколова): С1 (25/-5), С2 (40/ -12)* С1' (20/-3) [1];
2. Шахта Географическая: С1 (17/-3), С2 (8/-5) [1];
3. Шахта Гигантов: С1 (12/-2,4), С2 (?) [4];
4. Шахта Заблудших: С1 (20/-5), С2 (?) [1];
5. Шахта Медвежья: вниз по потоку С1 (12/-1,4), С2 (15/-4)*, вверх по потоку: С3 (18/-4), С4 (40/-7)* [4];
6. Шахта Назаровская: около 5 сифонов по 3-5 метров [3];
7. Шахта Октябрьская (ТЭП): С (?) [1];
8. Шахта Осенняя: С (70/ ?)* тупик [1]
9. Шахта Ручейная: С1 (21/-7) на дне, пройден до пузыря (не более 20 см воздуха), дальше узость; [7]; С2 -несколько метров, С3 (?/25);
10. Шахта Школьная: С (10/-3,4)* [4].

Воронцовский массив

1. Пещера Подземная Хоста С (500/-85).

Дзыхринский массив

1. Пещера Глубокий яр С1 (60/-34), С2 (230/-30), С3 (130/-20), С4 (130/-54).

Кузнецкий Алатау

1. Пещера Ящик Пандоры: С1 (30/?), С2 (15/-15) [3].

Горная Шория

1. Пещера Азасская: С1 (60/-22)* [3];
2. Пещера Кузбасских Спелеологов: С1 (20/-4); С2 (10/-2); С3 (13/-1)* [3];
3. Пещера Кызасская С1 (10/-3); С2 (60/-26)* [1].

Саяны

1. Пещера Большая Орешная: С1 (130/-43)* [1];
2. Пещера Джебская: С (20/-18) [1];
3. Пещера Женевская: С (200/-42) [3];
4. Пещера Караульная: С (7/-5) [1];
5. Пещера Кубинская: С (75/-70) [1];
6. Пещера Лысанская: С1 (25/-7), С2 (10/-21), С3 (25/-11), С4 (10/-1), С5 (95/-4), С6 (170/-18)*, С1'(35/-5), С2'(55/-5) [1].
7. Пещера Пишевод: С (100/-42)* [1];
8. Пещера Тонтинская: С (7/-2)* завал [1]
9. Пещера Торгашинская: С(?) [3];
10. Пещера Урюпинская-1: С1 (15/-3); С2 (15/-4) [1];
11. Пещера Урюпинская-2: С (60/-5) [1];
12. Пещера Чеханская: С (6/-1) [3].

Восточная Сибирь

1. Пещера Долганская Яма: С (25/-5)* до непроходимой узости [6].

Сихотэ-Алинь

1. Пещера Мокрушинская: С (42/-12) [1];
2. Пещера Николаевская: С (25/-10)* [1].

Южное Приморье

1. Пещера Кузнецовская: С (14/-7) узость [1];
2. Пещера Озерная: С (17/?) узость [1].

Малый Хинган

1. Пещера Ледяная: С (60/-32)* [1].

УКРАИНА

Крым

Массив Ай-Петринский

1. Пещера Пания: С (20/-5)* (пещера завалена) [2];
2. Пещера Скельская: С (30/-20)* [2].

Массив Долгоруковский

1. Пещера Алёшина вода: С1 (3/-1), С2 (25/-5), С3 (90/-8), С4 (80/-17), С5 (100/-10) [1];
2. Пещера Ени-Сала-III: С1 (21/-7,5), С2 (115/-17), С3 (70/-12), С4 (40/-12) до пузыря [1];
3. Пещера Красная: С1 (3) проходится на задержке дыхания, С2 спущен (разбит борт ванночки), С3 не проходил (обойден по 2-3-му этажам), С4 не проходил, С5 спущен (пробит канал в широкой плотине), С6 (?) [2];
4. Пещера Матуба: С1 (25/-2,5) длина указана по ходовому концу, под потолком сифон непроходим из-за узости, С2 (10/-2)* [4].

Массив Карабийский

1. Источник Карасу-Баши: (15/-12)* [2];
2. Пещера Джур-Джур: С (70/...)* [1];
3. Шахта Нахимовская: С1 (5/-2), С2 (12/-3,6), С3 (15/-4,9), С4 (?) [4];
4. Шахта Солдатская: С1 (65/-17)*, С2 (12/-2,7) [1,4].

Массив Чатырдагский

1. Пещ. Аянская: С1(?), С2(60/...) [2].

Равнинный Крым.

1. Тарханкутский полуостров: Известно несколько затопленных морем пещер. Информации о сифонах нет.

ГРУЗИЯ

Бассейн реки Гумиста

1. Грифон Друга (Шубара): С (250/-38)* [1];
2. Пещера Андреевская: С (8/-4) узость V [1];
3. Пещера Воклоз: С (15/-9) узость V [1].

Бассейн реки Келасури

1. Пещера Келасури: С (15/-2) [1].

Массив Асхи

1. Пещера Мотена: С (75/-17) [1];
2. Пещера Ргоули: С1 (12/-2), С1'(15/-1), С2 (20/-6)* [1].

Массив Бзыбский

1. Пещера-источник Мчишта: С1 (90+240/-75)* или (90/- 32 + 240/-45 + 125/-75)*, [1]; 320/-45;
2. Шахта Алексинского: С (140/-7)* [1];
3. Шахта Весенняя: С1 (40/- 3), С2 (20/- 20)* [1];
4. Шахта Напра: С1 (20/-7) узость, С2 (50/-25)*узость [1];
5. Шахта Пионерская: С (15/- 2) [1];
6. Шахта Сувенир: С1(4; -3) узость, С2 (2/-1) узость [1].

Массив Гагринский

1. Источник Голубое Озеро: (18; -24,518)* широкая галерея [1];
2. Пещера Гегская: С1 (3/-1), С2 (15/-5), С3 (47/-7), С4 (20/-3), С3'(45/-7), С4'(120/-12)*, сифон Диаклаз (220/-55)* [1];
3. Пещера Гегский Водопад: С (50/-22)*;
4. Пещера б/н: С (?/ - 5) [1];
5. Шахта В. Илюхина: С1' (30/-20)*, С1 (40/-10), С2 (60/-15), С3 (60/-13), С3'(20/-15)*, С4 (110/-20)* [1];
6. Шахта Юбилейная: С1 (40/-5) , С2 (80/-4), С3 (130/-8), С4 (15/-2) [1].

Массив Гумишхинский

1. Источник Чёрная Вода: (240/-31)* [1];
2. Пещера Аапстинская: С (60/-2)* [1];
3. Пещера Новоафонская (Анакопийская пропасть): озеро Анатолия (60/-26)*; Глиняный Зал (10/-6) узость, С1 (20/-9), С2 (125/-35)* [1];
4. Пещера Хабю: С1 (10/-1), С1'(15/-8)*, С2 (15/-2) периодический, С3 (3/-1) [1].

Массив Квира

1. Источник у села Квалери: (40/-5)* [1].

Массив Мингария

1. Пещера Мухури: С1 (2/-1), С2 (4/-1), С3 (15/-5), С4 (12/-1) [1].

Массив Окрибо-Аргветский

1. Источник Дзеврула -1: С1 (45/-1), С2 (40/-2), С3 (70/-35)* [1];
2. Пещера Дзеврула-3: С1 (10/-2), С2 (18/-3) узость [1];
3. Пещера Ткибула-Дзеврула: С (10/-3) [1];
4. Пещера Шавцкала-Ткибул-ГЭС: С1 (3/-1), С2 (12/-3), С3 (30/-6), С4 (45/-5) [1].

Массив Панавский

1. Пещера Абрскила: С (10/-2) [1];
2. Пещера Голова Отапа и колодец Над Головой Отапа: С1' (24/-6), С1 (3/0), С2 (37/-2) [1];
3. Пещера Каунаского Спелеослёта: серия небольших сифонов [1].

Массив Хвамли

1. ПещераВердзис-Тави: С1 (10/-3), С2 (20/-7) узости [1];
2. Пещера Лахэпи: С (15/- 10)* [1];
3. Пещ. Тоби-2 (Окроджанавили): С1 (60/-5), С2 (20/-4), С3 (60/-6)* [1].

Массив Цебельдинский

1. Пещера Карасу (Шавцкала): С (50/-4)* [1];
2. Пещера Шакуранская (Нижняя): С1 (10/-1)б, 2 (11/-1), С3 (20/-3), С1'(18/-3) [1].

Массив Рачинский

1. Источник Верхн. Цивцкала: С (60/-7) [1];
2. Источник Нижн. Цивцкала: С1 (5/), С2 (12/-2), С3 (25/-5), С4 (30/-5), С5 (30/-5), С6 (40/-6) [1];
3. Пещера Долабис-Тави: С (100/-15)* [1];
4. Пещера Кидобана: С1 (110/-12), С2 (10/-1) [1];
5. Пещера Сакишоре: С1 (5/-1), С2 (25/-3), С3 (60/-2)* [1];
6. Пещера Шараула: С (140/-7)* [1].

Массив Цхалтубский

1. Пещера Глиана: С1 (50/-2), С2 (20/-2), С3 (20/-1), С4 (7/-1), С5 (20/-5), С6 (35/-5) [1];
2. Пещера Куми: С1 (17/-1), С2 (40/-3), С3 (3/) [1];
3. Пещера Офичо: С1 (10/-1), С2 (20/-1), С3 (26/-2), С4 (10/-2) [1];
4. Пещера Провал: С (150/-40)* [1];
5. Пещера Цхалтубская: пять последовательных сифонов в системе Памяти Альпинистов С1 (15/-2), С2 (15/-2), С3 (10/-2), С4 (25/-3), С5 (30/-2) и два тупиковых сифона под Залом Космонавтов и у главного входа [1].

АРМЕНИЯ, АЗЕРБАЙДЖАН

Известно по одному небольшому сифону в пещерах [1] .

ГОСУДАРСТВА СРЕДНЕЙ АЗИИ

Хребет Байсунтау

1. Источник Ходжа-Майхана (Мачай): С (125/-15)* [1];
2. Шахта Бой-Булок: С1 (10/-1)* узость, С1'(10/-10)* [1];
3. Шахта Уральская: С1 (5/-1), С2 (2/-1) узость [1];

Хребет Зеравшанский

1. Шахта Киевская: С (15/-10) [1].

Хребет Кугитанг

1. Источник Чашма: С (18/-2)* [1];
2. Источник Чинжир: С (7/-5)* узость [1];
3. Пещера Кап-Кутан: С (6/-1) [1];
4. Провалы Кара-Булаг: № 1 (30/-30); № 2 (23/-23), № 3 (13/-13), № 4 (40/-40), № 5 (150/-60), № 6 (100/?) [1];
5. Пещера Митю: С1 (40/-5), С2 (100/-5)* [1];
6. Пещера Озерная (Кап-Кутан-2): С (35/-3) [1];

Киргизия

1. Пещера Лабиринтовая: С (20/-20) [1].

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Архивы В. Э. Киселева, Москва.
2. Свет. Киев, 1992. № 3.
3. Свет Киев, 1992. № 5.
4. Архивы А. Шумейко, Москва.
5. Архивы В. Комарова, Рязань.
6. Арабиканские хроники, 1996. № 2-3.
7. Архивы Масленникова.

А. Шумейко

БИБЛИОГРАФИЯ ПО КАРСТУ И ПЕЩЕРАМ **1998 – 2000 гг.**

THE BIBLIOGRAPHY ON KARST AND CAVES **from 1998 to 2000**

1998

КНИГИ

Барышников Г. Я., Малолетко А. М. Археологические памятники Алтая глазами геологов Ч. 2: Пещеры им. А.П. Окладникова; Волчья; Денисова; Искринская; Иульчакская; Каминная; Малояломанская; Разбойничья; Тыткескенские / М-во общ. и проф. образования Рос. Федерации, Алт. гос. ун-т, Науч.-исслед. ин-т экол. мониторинга. Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 1998. 277 с. : ил.

Дублянская Г. Н., Дубянский В. Н. Теоретические основы изучения парагенезиса карст – подтопление. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1998. 204 с.

Проблемы геологии Пермского Урала и Приуралья: Материалы регион. науч. конф. / Перм. ун-т. Пермь, 1998. 212 с.

Свет (Международ. спелеол. журн.). 1998. № 1 (18). 40 с.

Свет (Международ. спелеол. журн.). 1998. № 2 (19). 41 с.

Спелеология Самарской области: Сб. статей / Самар. обл. спелеокомиссия. Самара, 1998. 82 с.

Kras i speleologia. Katowice: Wid-wo univ. Slaskiego, 1998. Vol. 9 (XVIII). 240 p.

UIS-Bulletin. Praha, 1998. Vol. 44. № 1/2. 21 p.

СТАТЬИ

Андрейчук В. Н., Проскурняк М. М. Дифференциация радионуклидного загрязнения на закарстованных территориях (на примере Буковины) // Геоэкология. Инж. геология. Гидрогеология. Геоэкология. 1998. № 3. С.101-103.

Андрейчук В. Н. Топонимия карстовых областей // Изв. Рус. геогр. об-ва. 1998. Т. 130. Вып. 4. С. 85-97.

Гаев А. Я. Гидрогеологические закономерности массивов карстующихся пород Урала // Тез. конф. "Геология и геоэкология Урала и Поволжья". Саратов, 1998. С. 23.

Гаев А. Я. О трещинно-карстовых водах Урала // Проблемы региональной геологии: Седьмые Толстихинские чтения: Материалы науч.-метод. конф. СПб., 1998. С. 95-99.

Гаев А. Я., Килин Ю. А., Фетисов В. В. Закономерности проявления эрозийных русловых и суффозионных процессов в Ирэнском карстовом районе // 13-е пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозийных, русловых и устьевых процессов. Псков, 1998. С. 70-71.

Гаев А. Я., Килин Ю. А., Чичелов В. А., Хасанов Р. Н. Карстовые процессы в районах Предуралья // Газовая пром-сть. 1998. № 3. С. 28.

Герасимова И. Ю. Изучение карстовых полостей геофизическими методами на примере Кунгурской ледяной пещеры // Геофизические методы поисков и разведки месторождений нефти и газа. Пермь, 1998. С. 118-124.

Деревянко А. П., Гнибиденко З. Н., Шуньков М. В. Среднеплейстоценовые экскурсы геомагнитного поля в отложениях Денисовой пещеры (Горный Алтай) // Докл. Рос. АН. 1998. Т. 360, № 4. С. 511-513.

Дублянский В. Н. Спелеология на пороге XXI века // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Пермь, 1998. С. 6-11.

Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Карстология Крыма на пороге XXI столетия // Деловое обозрение. 1998. № 6: Спец. вып. Изв. Крым. АН. С. 75-77.

Дублянский В. Н. На хребте Алек // Спелеология в России. М., 1998. Вып. 1. С. 151-156.

Клиничук А. Б. О генезисе гипсовых пещер Подолии: О ст. венг. исследователей Л. Якуча, Г. Мезеши "Генетические особенности гипсовых пещер Подолии" [в журн. "Геоморфология", 1997, № 1] // Геоморфология. 1998. № 1. С. 120-123.

Костарев В. П. О карстово-экологической безопасности Пермской области // Экология города: Материалы регион. науч. – техн. конф. Пермь, 1998. С. 79-81.

Кудряшов А. И. Распространение карста в Юрюзано-Айской депрессии Предуралья Краевого прогиба // Рос. науч.-практ. конф. "Оптимизация природопользования и охрана окружающей среды Южно-Уральского региона". Оренбург, 1998. С. 156-157.

Кудряшов А. И. Климато-тектонические этапы развития карста Юрюзано-Айской депрессии // Там же. С. 157-161.

Левашев С. И., Осинцев А. В. Пещеры бухты Ая – крупнейшая карстовая система на побережье Байкала // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири: Материалы науч. конф., посвящ. 120-летию основания Том. гос. ун-та. Томск, 1998. Т. 4. С. 57-59.

Лунев Б. С., Наумова О. Б. Атлас форм рельефа. Т.1 / Перм. ун-т. Пермь, 1998. 295 с. Разд. 4.3. Карстовые и суффозионные формы. С. 261-293.

Муллоков Э. И. О карстовом процессе и строительном освоении закарстованных территорий (на примере Башкирии) // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1998. № 1. С. 16-19.

Неволин Н. В., Горшков В. А. Загрязнение карстовых вод при закрытии шахт Кизеловского бассейна // Изв. вузов. Горн. журн. 1998. № 5/6. С. 26-29.

О карстогенезе на Урале в условиях техногенеза / А. Я. Гаев, А. В. Бурковская, Ю. А. Клинин, И. Г. Тагиров // Тез. конф. "Геология и геоэкология Урала и Поволжья". Саратов, 1998. С. 23-24.

О спелеотерапии в Оренбуржье / Р. А. Абдрахманов, А. Р. Абдрахманов, А. Р. Абдрахманов, Е. А. Якушевский // Рос. науч.-практ. конф. "Оптимизация природопользования и охрана окружающей среды Южно-Уральского региона". Оренбург, 1998. С. 147-150.

Плотников И. И. Прогнозирование максимальных водопритоков в горные выработки в закарстованных породах // Проблемы инженерной геологии: Материалы науч.-метод. конф., посвящ. 85-летию В. Д. Ломтадзе. СПб., 1998. С. 130-132.

Проблемы геологии Пермского Урала и Приуралья: Материалы регион. науч. конф. / Перм. ун-т. Пермь, 1998. 212 с.

Из содерж: Гаев А. Я. Техногенез, карстогенез и геологическая деятельность подземных вод. С. 118-119; Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. О терминологической и нормативной базе карстоведения. С. 124-128; Быков В. Н. Формы палеокарста в карбонатных породах. С. 128-129; Гаев А. Я., Витяев С. А. О количественной оценке карстовых процессов. С. 129-130; Печенкина Е. И., Никитин А. А. Характеристика карстовых явлений в Ирэнском карстовом районе. С. 130-131; О спелеоресурсах в Соль-Илецке /

Р.А. Абдрахманов, А. Р. Абдрахманов, А. Р. Абдрахманов, Е. А. Якушевский. С. 131-133; О техногенезе и карстогенезе в связи с эксплуатацией магистральных газопроводов / А. Я. Гаев, Ю. А. Килин, Р. Н. Хасанов и др. С. 141-142; Килин Ю. А., Минькевич И. И. Опыт постановки технического мониторинга на магистральных газопроводах, пересекающих карстовый массив. С. 151-152; Герасимова И. Ю. К вопросу об изучении закарстованных территорий методами наземной сейсморазведки. С. 165-166; Матвеев Б. К., Лавров И. А., Семенов В. В. Подземные наблюдения электрического поля фильтрации в Кунгурской ледяной пещере. С.186-187; Шувалов В.М. Изучение карста геофизическими методами на территории курорта Ключи. С. 201-202.

Проблемы охраны и изучения природной среды Русского Севера: Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 25-летию Гос. природ. заповедника "Пинежский". Россия, п. Пинега, Арханг. обл. 16-20 авг. 1999 г. Архангельск, 1999. 170 с.

Из содерж.: Кумичевская спелеогидродинамическая система / В. А. Гуркало, В. Ф. Лускань, В. Н. Малков, Ю. И. Николаев. С. 32-33; Гуркало Е. И. Мониторинг карстового процесса на территории Пинежского заповедника. С. 33-35; Малков В. Н., Гуркало Е. И. Спелеологическое районирование и распределение пещер Архангельской области. С. 37-41; Малков В. Н., Шаврина Е. В. История исследования карста и пещер Пинежского заповедника. С. 41-43; Монахова Л. Б., Малков В. Н. Принципы построения кадастра карстовых пещер Беломорско-Кулойского плато. С. 43-45; Туюкина Т. Ю., Горьчкин С. В. Геохимические особенности карстовых ландшафтов Чутского заказника Архангельской области. С.46-47; Шаврина Е. В. Динамические параметры пещер юго-востока Беломорско-Кулойского плато. С. 48-50; Шаврина Е. В. Река Сотка, как карстово-зарегулированный водоток. С. 50-52; Шварцман Ю. Г., Игловский С. А., Шаврина Е. В. Развитие геокриогенных процессов на территории Беломорско-Кулойского плато Архангельской области. С. 52-54; Пучнина Л. В., Рыкова С. Ю., Шаврина Е. В. Экологическая тропа в Голубинском заказнике. С.165-168; Русанова Г. Е. Многодневная экологическая экскурсия в Пинежский заповедник. С.169.

Прогнозирование техногенного карста на магистральном газопроводе / А. Я. Гаев, Ю. А. Килин, Р. Н. Хасанов, В. А. Чичелов // Проблемы инженерной геологии: Материалы науч.-метод. конф., посвящ. 85-летию В. Д. Ломтадзе. СПб., 1998. С. 97-99.

Спелеология Самарской области: Сб. статей / Самар. обл. спелеокомиссия. Самара, 1998. 82 с.

Из содерж.: Бортников М. П. Карстово-спелеологическое районирование и общие сведения о пещерах Самарской области. С. 4-11; Бортников М. П. История изучения карста и пещер Самарской области. С.11-17; Букин В. А. Некоторые пещеры Самарской области. С.17-27; Букин В. А. Система пещер братьев Греве. С. 27-39; Бирюков А. Г., Бутырина К. Г. Пещеры Самарской Луки. С. 46-53; Бирюков А. Г., Бутырина К. Г. Серноводская пещера. С.53-56; Букин В. А. О происхождении пещеры Серноводская. С. 56-62; Пудовкин Н. Е. Краткий обзор спелеологии Самарской области. С.62-67; Пудовкин Н. Е. Водинская штольня. С. 67-73; Бортников М. П. Балльная оценка пещер Самарской области. С.73-79; Метелкин А. В. Биоспелеологические исследования Самарской области. С.79-82.

Структурно-геологические и геоморфологические условия развития карстово-суффозионных процессов в районе г. Дзержинска (Нижне-Окский район) / В. И. Макаров, Н. В. Макарова, Б. А. Гантов, Т. А. Балашова // Геоэкология. Инженер. геология. Гидрогеология, Геокриология. 1998. № 2. С. 38-49.

Тинов М. П., Филиппов А. Г. Субфоссильные остатки летучих мышей в пещерах Прибайкалья // Свет. 1998. № 2 (19), С. 22-24.

Т о л м а ч е в В. В. Карст и инженерная практика // Изв. вузов. Геология и разведка. 1998. №6. С. 95-103.

Т р о ф и м о в а Е. В. Конденсационная влага в пещерах Ольхонского района // География и природ. ресурсы. 1998. № 1. С. 144-146.

A d r e i c h u k V., L a v r o v I. Jaskinie Uralu: przeglad problematyki // Kras i speleologia. Vol. 9 (XVIII). 1998. 240 p.

D u b l y a n s k y V., D u b l y a n s k y J. The problem of condensation in karst studies // J. of Cave and Karst Studies. 1998. Vol. 60, № 1. P. 3-17.

G o r b u n o v a K., M a x i m o v i c h N., B l i n o v S., S y c k i n a G. Rezim wahan wod ktasowich jaskini Kungurskiej // Kras i speleologia. 1998. Vol. 9 (XVIII). P. 118-125.

E r b a j e v a M. A., F i l i p p o v A. G. Miocene small mammalian faunas of the Baikal Region // Actes du Congres Biochron 97 / Eds.: J.-P. Aguilar, S. Legendre & J. Michaux, Mem. Trav. E.P.H.E., 1998. Inst. Montpellier, 21. P.249-259.

F i l i p p o v A. G. Karst in enclosing rocks of Kimberlite diatremes of Siberian Platform // Acta carsologica. 1998. Vol. XXVII/1. P. 61-67.

АВТОРЕФЕРАТЫ ДИССЕРТАЦИЙ

Ф е д о т о в С. В. Высотная мезозональность карстово-меловых ландшафтов Придеснинья: Автореф. дис.... канд. геол.-мин. наук / Воронеж. ун-т. Воронеж, 1998. 21 с.

1999

КНИГИ

А н д р е й ч у к В. Н. Провалы над гипсовыми пещерами – лабиринтами и оценка устойчивости закарстованных территорий. Черновцы: Прут, 1999. 52 с.

Геология Западного Урала на пороге XXI века: Материалы регион. науч. конф. / Перм. ун-т. Пермь, 1999. 340 с.

Закарстованность карбонатных массивов железнодорожных трасс: изучение, оценка, прогноз / Э.И. Афанасиади, В.В. Бовин и др. // Геоэкологические проблемы урбанизированных территорий: Тр. Междунар. Научн. конф., Томск, 22-24 сент., 1999 г. Томск, 1999. С. 56-57.

З а р и п о в Р. М., К о р о б к о в Г. Е., Ч и ч е л о в В. А. Расчет напряженно-деформированного состояния и прочности газопровода, проходящего по карстовой территории: Учеб. пособие / Уфим. гос. нефт. техн. ун-т. Уфа: Изд-во Уфим. гос. нефт. техн. ун-та, 1999. 76 с.

Морфология рельефа: Материалы Иркут. геоморфол. семин. Чтений памяти Н. А. Флоренсова. Иркутск, 1999.

Пещеры. Вып. 25/26: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. Пермь, 1999. 219 с.

Проблемы охраны и изучения природной среды Русского Севера: Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 25-летию Гос. природ. заповедника "Пинежский". Россия, п. Пинега, Арханг. обл. 16-20 авг. 1999 г. Архангельск, 1999. 170 с.

Рапн В. Путеводитель по Кунгуру и Ледяной пещере. 2-е изд. Пермь, 1999. 190 с.

Расчет магистральных газопроводов в карстовой зоне / А. М. Ш а м м а з о в, В. А. Ч и ч е л о в, Р. М. З а р и п о в, Г. Е. К о р о б к о в; Акад. Наук Респ. Башкортостан, Отд-ние техн. наук, Уфим. гос. нефт. техн. ун-т. Уфа: Гилем, 1999. 211 с.

Свет (Международный спелеол. журн.). 1999. № 1 (20). 48 с.

Спелестологический ежегодник РОСИ 1999 / Рус. об-во спелеологии и спелеонавтики, Рус. об-во спелестол. исслед. М., 1999. 192 с. : ил.

Български пещери. № 6. 70 години организирана спелеология. София: Българска федерация по спелеология, 1999. 44 с.

Hohlenmalerei in Ural. Kapova und Ignatievskaja. Die altsteinzeitlichen Bilderhöhlen im Südlichen Ural. V. E. Scelinskij, V. N. Sirokov. Deutschland, Sigmaringen: Jan Thorbecke Verlag, 1999. 172 s. UIS-Bulletin. Praha, 1999. Vol. 45. № 1/2. 20 p.

СТАТЬИ

А н д р е й ч у к В. Н. Карст солеотвалов // Горн. вестн. 1999. № 1. С. 63-72.

А н т о н о в Ю. В., В о р о н о в а Т. А., С е р е б р я к о в Е. Б. Гравитационное влияние погребенного карста в карбонатных отложениях верхнего мела на Воронежской антеклизе // Изв. вузов. Геология и разведка. 1999. № 6. С. 109-114.

А н т р о п о в с к и й В. И. Карстовые проявления в руслах и поймах рек Среднего Поволжья и их учет в связи с возможными авариями магистральных трубопроводов // Вод. ресурсы. 1999. Т. 26. № 4. С.446-450.

Б у р о в а О. В. Географические условия формирования известняково-карстовых ландшафтов Среднерусской возвышенности // Вестн. Воронеж. отд. Рус. геогр. об-ва. 1999. Т.1. Вып. 1. С.45-48.

Вестник Пермского университета: Науч. журн. 1999. Вып.3: Геология. 316 с.

Из содерж: К у д р я ш о в А. И., М о л о ш т а н о в В. А. Роль глубинного карста в формировании широтных структур Верхнекамского месторождения солей. С. 207-216;

Ш у в а л о в В. М., Б е л о в С. Ю., Б е л о в Ю.. Изучение геофизическими методами карстового Ключевского участка Пермской области. С. 223-231; М о л о ш т а н о в а Н. Е.,

М а к с и м о в и ч Н. Г., Ш л ы к о в В. Г. Трансформация минералов глин в отложениях Кунгурской ледяной пещеры. С. 232-237; Д у б л я н с к и й В. Н., Д у б л я н с к а я Г. Н. Ферсман и современная спелеология. С. 238-245.

В о р о н о в а Т. А. Моделирование выделения локальных аномалий силы тяжести от карстовых образований из наблюдаемого поля // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. 1999. Вып. 7. С. 249-251.

Геология Западного Урала на пороге XXI века: Материалы регион. науч. конф. / Перм. ун-т. Пермь, 1999. 340 с. Из содерж: Т р о ф и м о в а Е. В. Классификация экзогенных процессов рельефообразования в карстовых пещерах. С. 276-277; К и л и н Ю. А., М и н ь к е в и ч И. И., Ш а р и п о в Ш. Г. Инженерно-геологический полигон для отработки противокарстовой защиты на трассе магистральных газопроводов. С. 277-278; Г а е в А. Я., К и л и н Ю. А., Ф е т и с о в В. В. О предварительных результатах карстологической съемки в районе Мазуевской депрессии. С. 278-279; Ш а в р и н а Е. В. Динамические параметры пещеры Певческая эстрада (Г-1). С.280; М а т в е е в Б. К., Л а в р о в И. А., С е м е н о в В. В. Результаты геофизических исследований Кунгурской ледяной пещеры. С.281-282;

М о л о ш т а н о в а Н. Е. Спелеотемы Кунгурской ледяной пещеры. С. 282-283.

Д у б л я н с к и й В. Н. Пещеры // Крым: книга рекордов / Авт.-сост. А. А. Прусаков, Е. Д. Козлов. Симферополь, 1999. С. 23-31.

Д у б л я н с к и й В. Н. Успехи отечественной спелеологии за последние 40 лет // Изв. Рус. геогр. об-ва. 1999. Т. 131. Вып. 5. С. 76-82.

Д у б л я н с к и й В. Н., Л а в р о в И. А. 50 лет Кунгурскому стационару // Горное эхо. Пермь, 1999. № 1 (4). С. 4-5

Л у к а ш о в А. А. Некоторые проблемы карстового морфолитогенеза // Проблемы теоретической геоморфологии. М., 1999. С. 377-393.

Мемориальные карстовые полости Крыма / Г. Н. А м е л и ч е в, Б. А. Вахрушев, В. Н. Д у б л я н с к и й, В. Г. Е н а // Природа (Симферополь). 1999. № 1/2. С. 2-14.

М и ч у р и н С. Б., Н а з а р о в Н. Н. (Науч. рук.) Методика оценки пространственных различий антропогенного воздействия на карст северо-востока Прикамья // Экология: проблемы и пути решения: Тез. докл. VII межвуз. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Пермь, 1999. Ч. 2. С. 9-10.

Морфология рельефа: Материалы Иркут. геоморфол. семин. Чтений памяти Н. А. Флоренсова. Иркутск, 1999.

Из содерж: Т р о ф и м о в а Е. В. К вопросу о дефинициях при описании спелеорельефа. С.44-46; О с т а п е н к о А. А. Деструкционная составляющая спелеогенеза в сульфатных отложениях Западного Кавказа. С. 53-54; К р и ц к а я С. Ю. Морфология карстовых форм в триасовых отложениях Западного Кавказа. С.54-55; Ц е п е л е в а О. С., О с т а п е н к о А. А. Морфологические особенности карстовых форм рельефа в карбонатно-флишевой формации Западного Кавказа С.55-56; Б у д э И. Ю. Особенности развития карста в рифтогенных зонах (на примере Тункинских гольцов). С. 91-92.

Н а з а р о в А. Н. Особенности образования пещеры Туткуш // География и природопользование Сибири. 1999. № 3. С. 188-193.

Н а з а р о в Н. Н. Теоретические и прикладные аспекты изучения закономерностей современного формирования карстовых участков речных долин // Тез. докл. 14 пленар. межвуз. координац. совещ. по пробл. эрозион., русловых и устьевых процессов. Уфа, 1999. С. 168-169.

О некоторых возможных особенностях искусственного карста при сооружении подземных резервуаров в отложениях каменной соли / В. И. Салохин, А. В. Котов, И. И. Зыбинов и др. // Геоэкология. Инж. геология. Гидрогеология. Геокриология. 1999. № 2. С. 152-156.

П е ч е н к и н а Е. И., К а т а е в В. Н. (Науч. рук.) О значении и некоторых результатах изучения техногенного карста в Иренском карстовом районе // Экология: проблемы и пути решения: Тез. докл. VII межвуз. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Пермь, 1999. Ч. 2. С. 25-26.

Пещеры. Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. Пермь, 1999. Вып.25/26: 219 с. Из содерж: Светлой памяти Клары Андреевны Горбуновой. С. 5-6; Предисловие. С. 7-9; М а л к о в В. Н., Г у р к а л о Е. И. Спелеологическое районирование и распределение пещер Архангельской области. С. 10-15; Б о р т н и к о в М. П. Карстово-спелеологическое районирование и общие сведения о пещерах Самарской области. С. 16-21; Л я х н и ц к и й Ю. С., Ч у й к о М. А. Комплексные исследования Каповой пещеры. С. 21-37; В а х р у ш е в Б. А., А м е л и - ч е в Г. А., С е м е н о в а Е. Н. Мраморная пещера. С. 37-47; Л а в р о в И. А. Ординская пещера. С. 47-52; К а т а е в В. Н. Типичные малые пещеры Иренского карстового района. С. 57-62; С т е п а н о в В. И. К минералогии пещер. С. 63-71; Б ы к о в В. Н. Редкие карстовые образования в пещерах. С. 72-75; Ф и л и п п о в А. Г. Уэдделлит и увеллит в пещере Иркутской. С. 75-77; Л о б а н о в Ю. Е., С а в е л ь е в В. Н., Ц у р и х и н Е. А. Природное образование коллоидов карбоната кальция. С. 77-79; Ш у р у б о р А. В., М и н ь - к е в и ч И. И. Л и х а ч е в Ю. Н. Волшебные гроты Тюрингии. С. 80-82; Ш а в р и н а Е. В. Ледяные отложения пещер Европейского Севера России. С. 82-88; Ф а й н б у р г Г. З. Основные процессы формирования лечебных факторов подземной среды, используемой для спелеотерапии. С. 89-96; А б д р а х м а н о в Р. А., А б д р а х м а н о в А. Р., А б д р а х м а н о в А. Р. (мл.) О перспективах применения спелеотерапии в Соль-Илецке. С. 97-100;

Т р о ф и м о в а Е. В. Охраняемые пещеры – памятники природы Иркутской области. С. 101-106; Т р о ф и м о в а Е. В. О терминологической унификации форм спелеорельефа. С. 107-110; Ю р и н В. И. К методике первичного археологического и палеонтологического обследования подземных полостей. С. 111-115; Г о р б у н о в а К. А., Д у б л я н с к и й В. Н. Из истории отечественной спелеологии (первая половина XX в.). С. 116-126; Д у б л я н с к и й В. Н. Из истории отечественной спелеологии (вторая половина XX в.). С. 127-156; Л а в р о в И. А. История изучения пещер Пермской области (1971-1998 гг.). С. 156-169;

Г r a d z i n s k i М. Глубочайшая пещера Мира. С. 170; В о л е к В. Самая глубочайшая пещера Польши. С. 171; Б е л я е в а Г. Л. Минералогические особенности Лисьей пещеры. С. 171-172; Л а в р о в И. А. Пещера Скаутов. С. 172; Д о к у ч а е в А. Пещеры Иркутской области. С. 172; Д у б л я н с к и й В. Н. Бачинский Г. А. (1936-1996). С. 173; Д у б л я н с к и й В. Н.

Гвоздецкий Н.А. (1913-1991). С. 173-174; Дублянский В. Н. Домбровский О. И. (1914-1994). С. 174; Лавров И. А., Минькевич И. И. Дорофеев Е. П. (1934-1998). С. 174-175; Секей К., Гаслински Т. Кесслер Х. (1907-1994). С. 175;

Дублянский В. Н. Киселев В. Э. (1954-1995). С. 176; Климчук А. Б., Яблокова Н. Л. Ломаев А. А. (1919-1996). С. 176; Андрейчук В. Н., Лавров И. А.,

Минькевич И. И. Лукин В. С. (1914-1997). С. 177; Катаев В. Н. Печеркин А. И. (1954-1991). С. 177; Катаев В. Н. Печеркин И. А. (1928-1991). С. 178; Форд Т. Д. Свитинг М. М. (1920-1994). С. 178;

Филиппов А. Г. Филиппов В. М. (1938-1996). С. 178-179; Дублянская Г. Н. Шимановский Л. А. (1930-1993). С. 179; Андрейчук В. Н. [Рец.]. С.180. – Рец. на кн.: Проблемы изучения карстовых ландшафтов. Пермь, 1993. 109 с.; Вахрушев Б. А. [Рец.]. С. 180. – Рец. на кн.: Вопросы физической спелеологии. М.: МФТИ, Барбер, 1994. 203 с.; Катаев В. Н. [Рец.]. С. 180-181. – Рец. на кн.: Карстовые провалы. Екатеринбург, 1994. 107 с.; Дублянский В. Н. [Рец.] С. 181. – Рец. на кн.: Структурные предпосылки спелеогенеза в гипсах Западной Украины / А. Б. Климчук, В. Н. Андрейчук, И. И. Турчинов. Киев: УСА, 1995. 104 с.; Тюрин И. М. [Рец.] С. 181-182. – Рец. на кн.: Докл. Междунар. симп. "Человек и карст" (Постояна, 23-25.09.93. Сб. докл., Люблина, 1995); Дублянская Г. Н. [Рец.] С. 182. – Рец. на кн.: Гипсовый карст Мира / А. Климчук, Д. Лав, Э. Кулер, У. Сауро. Лаквила: Спелеол. о-во Италии, 1996. 307 с.; Олиферов А. Н. [Рец.] С. 183. – Рец. на кн.: Карстовая республика (Карст Крыма и его проблемы) / В. Н. Дублянский, Г. Н. Дублянская. Симферополь, 1996. 84 с.; Молоштанова Н. Е., Минькевич И. И. [Рец.] С.183-184. – Рец. на кн.: Минералы пещер Мира / К. Хилл, П. Форти. 2-е изд. Хантсвилл, Алабама, США: Нац. Спелеол. о-во, 1997. 463 с.; Дублянский В. Н. [Рец.] С. 185. – Рец. на кн.: XXXV лет клубу спелеологов МГУ (1961-1966) / Гл. ред. А. Гусев. М., 1997. 260 с.; Олиферов А. Н. [Рец.] С. 185. – Рец. на кн.: Теоретические основы изучения парагенезиса карст – подтопление / Г. Н. Дублянская, В. Н. Дублянский. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1998. 204 с.; Дублянский В. Н. [Рец.] С. 186. – Рец. на кн.: Спелеология в России. Вып. 1 / Гл. ред. Б. Р. Мавлюдов. М.: РСС, 1998. 196 с.; Дублянский Ю. В. Симпозиум "Прорывы в геомикробиологии и редокс-геохимии карста". 16-19.02.94. Колорадо-Спрингс, США, 1994. 111 с. С.187; Мавлюдов Б. Р., Косорук Ю. С., Минькевич И. И. XII международный спелеологический конгресс. 10-17.08.1997 г. С. 187-189; Юрин В. И. Пещерный палеолит Урала. Материалы международной конференции. 9-15.09.97г. Уфа, 1997. 140 с. С. 189; Дублянская Г. Н. 50 лет со времени Молотовской карстовой конференции. Пермь, 26-31.01.1947. С. 189-190; Лавров И. А. Кунгурскому стационару 50 лет. С. 190-191; Баранов С. М. 30 лет Челябинскому клубу спелеологов "Плутон". С. 191; Косорук Ю. С. 10 лет Ассоциации спелеологии Урала (АСУ). С. 192-193; Шумейко А. Крупнейшие карстовые полости бывшего СССР и России. С. 194-195; Дублянский В. Н., Минькевич И. И. Совещания и конференции по карсту и спелеологии, проведенные в бывшем СССР. С. 196-200.

Спелестологический ежегодник РОСИ 1999 / Рус. об-во спелеологии и спелеонавтики, Рус. об-во спелестол. исслед. М., 1999. 192 с. : ил. Из содерж.: Парфенов А. А. О результатах экспедиции в окрестности деревни Толпино Старичского района (апрель-май 1998 года). С. 8-20; Грек И. О., Долотов Ю. А. О экспедиции по исследованию искусственных пещер в Кировской и Самарской областях и Республике Марий Эл. С. 21-33; Долотов Ю. А. Группа "Летучая Мышь": результаты исследований в сезонх 1997-1998 годов. С. 34-37;

Сохин М. Ю. Пещера горы Митридат. С. 58; Игнатушенко А. А. О подземном ходе в с. Троицкое. С. 62-63; Иващенко С. О. Мценские пещеры. С. 64-70; Битюгин К. Е. О подземных сооружениях в Белгородской области. С. 71-80; Максимов Г. М. Кан-и-Гут – миф и реальность. С. 81-90; Мирошниченко П. О. Применение геофизических приборов и методов в спелеологии. С. 114-120; Сухолей Л. Н. Культурные пещеры Одесской области. С. 140-143; Грек И. О. Находки военного времени в Каралавских каменоломнях. С. 144-148; Рид уш Б. Т. Подземные ходы на территориях Подолья, Галиции и Буковины. С. 149-163.

Т а т а ш и д з е З. К. Морфолого-генетические особенности горного карста Грузии // Геоморфология. 1999. № 1. С. 96-102.

Т о л м а ч е в В. В., И к о н н и к о в Л. Б., Л е о н е н к о М. В. Опыт проведения карстологического мониторинга в г. Дзержинске Нижегородской области // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1999. № 5. С. 25-27.

Т р е г у б С. А. Современные экзогеодинамические процессы и карстообразование на территории Воронежской и Липецкой областей // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. 1999. № 7. С. 239-242.

Т р ж ц и н с к и й Ю. Б., П а в л о в С. Х. Международная спелеологическая школа (1999 г., Польша) // География и природ. ресурсы. 1999. № 4. С. 139.

Т р о ф и м о в а Е. В. О проблемах сохранения пещер Иркутской области // География и природ. ресурсы. 1999. № 3. С. 37-41.

Ф и л и п п о в А. Г. Генезис Ботовской пещеры // Геоморфология, 1999, № 1. С. 108-115.

Ф и л и п п о в А. Г. Лды пещер Прибайкальского национального парка // Десятое научное совещание географов Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1999. С.171-172.

Ф и л и п п о в А. Г. Древнейшее (среднемиоценовое) пещерное местонахождение позвоночных на территории СНГ // Свет (Междунар. спелеологический журнал). 1999. № 1(20). С. 15-19.

Ф и л и п п о в А. Г., Т и у н о в М. П. Остатки рукокрылых в пещерах Иркутской области // Plecotus et al. М. 1999. № 2. С. 100-107.

Ш у в а л о в В. М. Применение геофизических методов разведки для изучения карста на территории курорта "Ключи" // Геофизические методы поисков и разведки месторождений нефти и газа. Пермь, 1999. № 18 (32). С. 107-111.

F i l i p p o v A. G. Speleogenesis of the Botovskaya cave, Eastern Siberia // Speleogenesis Evolution of Karst Aquifers / Eds: A. Klimchouk, D. Ford, A. Palmer and W. Dreybodd. Naushvill, USA: NSS, 1999.

АВТОРЕФЕРАТЫ ДИССЕРТАЦИЙ

К а т а е в В. Н. Теория и методология структурно-тектонического анализа в карстоведении: автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук / Перм. ун-т. Пермь, 1999. 38 с.

К л и м ч у к А. Б. Гидрогеологические условия развития и генезис карстовых полостей в неогеновых сульфатных отложениях Вольно-Подольского артезианского бассейна: Автореф. дис. ... канд. геол. наук / Нац. Акад. наук Украины; ин-т геол. наук. Киев, 1999. 25 с.

Э р д э н э д а л а й н Авирмэд. Пещеры Монголии (происхождение, классификация, географическое распространение). Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Акад. Наук Монголии; ин-т геозкологии. Улаанбаатар, 1999. 22 с.

2000

КНИГИ

А н д р е й ч у к В. Н. Полвека у Ледяной пещеры / Фак. наук о Земле Силез. у-та. Sosnowiec, 2000. 117 с.: фот.

В е р х о в а Л. А. Спелеотерапия в России: (теория и практика лечения хронических заболеваний респираторного тракта в подземной сильвинитовой спелеолечебнице и наземных сильвинитовых спелеоклиматических камерах) / Перм. гос. мед. акад.; Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 2000. 240 с.

Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы регион. науч.-практ. конф. / Перм. ун-т. Пермь, 2000. 336 с.

Гидрогеология и карстоведение: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. Пермь, 2000. Вып. 13. 335 с.

Горы и горцы Алтая и других стран Центральной Евразии: Материалы междунар. симп. Горно-Алтайск: РИО "Универ-Принт": ГАГУ, 2000. 244 с.

Д у б л я н с к и й В. Н. Занимательная спелеология. Челябинск: Урал LTD, 2000. 528 с.: ил.

Красная книга Республики Алтай: особо охраняемые территории и объекты. Горно-Алтайск, 2000. 272 с.: ил.

Общее карстоведение: Метод. указания для студентов днев. и заоч. отд-ний геол. и геогр. фак. (специальности 011400 – Гидрогеология и инженер. геология и 012500 – География) / Перм. ун-т; Сост. В. Н. Дублянский, У. В. Назарова. Пермь, 2000. 38 с.

Поморье в Баренц. регионе: экономика, экология, культура: Материалы междунар. конф. Архангельск: Ин-т экол. проблем Севера УрО РАН, 2000. 293 с. Загл. обл.: Поморье в Баренц. регионе на рубеже веков: экология, экономика, культура.

Проблемы формирования и комплексного освоения месторождений солей: (VI солевое совещ.): Тез. докл. междунар. конф. Соликамск, 2000. 266 с.

Свет (Междунар. спелеол. журн.). 2000. № 1 (21). 44 с.

Энциклопедия чудес природы: Пер. с англ. Лондон; Нью-Йорк; Сидней; М.: ЗАО "Издательский дом Ридерз Дайджест", 2000. 456 с.: ил.

Kras i speleologia. 2000. Vol. 10 (XIX). 166 p.

Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers / A. B. Klimchouck, D. Ford, A. Palmer, W. Dreibrodt. Huntsville, 2000. 525 p.

UIS-Bulletin. Praha, 1998. Vol. 44. № 1/2. 21 p.

Wielka encyklopedia geografii swiata. T.17: Pulina M., Andrejczuk W. Kras i jaskinie. Poznan: Wydawnictwo KURPISZ, 2000. 359 s.: il.

СТАТЬИ

В а х Е. Развитие ископаемых форм карста в восточной части блендовской пустыни (южная Польша) // Природопользование в условиях дифференцированного антропогенного воздействия. Minsk; Sosnowiec, 2000. С. 164-168.

В о с т р и к о в а Н. В., С а ф р о н о в а А. А., Н е щ е т к и н О. Б. Особенности сульфатного карста речных долин // Сергеевские чтения: Материалы годич. сессии Науч. совета РАН по пробл. геоэкологии, инженер. геологии и гидрогеологии. М., 2000. Вып. 2. С. 66-69.

Г а е в А. Я., Е р о ф е е в Е. А., К и л и н Ю. А. Минералого-геохимические аспекты гидрогеологии при развитии сульфатного типа карста // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: Науч. чтения памяти П. Н. Чирвинского: Сб. науч. ст. Пермь, 2000. С. 48-50.

Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы регион. науч.-практ. конф. / Перм. ун-т. Пермь, 2000. 336 с. Из содерж.: Ш е с т о в И. Н., Ш у р у б о р А. В. К вопросу о практическом значении глубинного карста (палеокарста) на территории Пермского Приуралья. С. 243-245; О предварительных результатах карстологического обследования Ирень-Сылвенского междуречья / А. Я. Г а е в, Ю. А. К и л и н, Е. В. М о з д а к о в а,

Е. И. Печенкина. С. 247-250; Килин Ю. А., Минькевич И. И. Заполнители карстовых полостей в гипсах. С. 250-252; Травкин А. И., Мартин В. И., Мулюков Э. И. Инженерно-геологическая оценка карста и противокарстовая защита зданий и сооружений в Башкортостане. С. 252-254; Матвеев Б. К., Лавров И. А., Семенов В. В. Результаты геофизических исследований Кунгурской ледяной пещеры. С. 254-256; Смирнов А. И. Оценка поверхностной закарстованности территории Республики Башкортостан. С. 256-257; Литвин В. М. Гипсовый карст Приангарья. С. 258-259; Овчинников Г. И., Максимшина Ю. С. Роль карстовых процессов в развитии берегов южной части Братского водохранилища. С. 259-261; Вишневы П. В., Шевелев А. И. Геолого-геофизические методы при изучении магнетитоносных комплексов и их закарстованности. С. 261-263;

Трофимова Е. В. Особенности процессов выветривания в пещере Волглая (Олхинское плато). С. 263-264; Даровских Н. А. Карст на Одиновском месторождении поделочного гипса. С. 265-266.

Гидрогеология и карстоведение: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. Пермь, 2000. Вып. 13. 335 с. Из содерж.: Гаев А. Я. Об экологизации науки в пермской школе гидрогеологов и карстоведов на пороге XXI столетия. С. 8-21; Литвин В. М. Вопросы геоэкологии карста южных областей криолитозоны. С. 42-47; Гаврилов В. В. Минеральные питьевые воды карстовых районов Пермской области. С. 103-104; Основные геологические и гидрогеологические аспекты карстовых процессов и особенности их изучения геофизическими методами в Республике Татарстан / П. В. Вишневы, Ю. Б. Антонов, Г. Е. Кузнецов, М. Я. Боровский. С. 110-116; Епифанов В. А. Роль подземных вод в формировании и размещении карстовых бокситов северо-востока Сибирской платформы. С. 116-123; Гаев А. Я., Килин Ю. А. Гидрогеолого-карстологические исследования в Приуральской карстовой провинции. С. 162-174; Цыкин Р. А. Особенности карста Саяно-Енисейского региона. С. 174-178; Мусин А. Г. Отражение климатических особенностей в карстовых комплексах (на примере Северо-Восточного Кавказа). С. 178-184; Дублянская Г. Н., Дублянский В. Н. Карст и псевдокарст – их отношения и типология. С. 185-194; О карсте Республики Татарстан / М. Е. Королев, О. Г. Столова, Г. Е. Кузнецов и др. С. 195-199; Хаустов В. В., Лушников Е. А. Карст мраморов и гидрогеология Тырнаузского карстового района на Северном Кавказе. С. 200-204;

Белтюков Г. В. Роль эрозивно-карстовых процессов в формировании широтных прогибов Соликамской впадины. С. 204-210; Морозов О. Н. Карст в многолетнемерзлых породах северо-востока Бурятии. С. 210-215; Мартин В. И., Смирнов А. И., Травкин А. И. Принципы создания и методы ведения карстомониторинга в условиях карбонатного и сульфатного карста на Южном Урале и в Предуралье. С. 216-223; Лысенин Г. П. Карст доманика на Южном Тимане. С. 223-227; Филиппов А. Г. Палеокарст во вмещающих породах кимберлитовой трубки Сытыканской. С. 227-231; Толмачев В. В. Региональные нормативные документы Нижегородской области по хозяйственному закарстованным территориям. С. 232-237; Катаев В. Н., Печенкина Е. И. Поверхностные формы карста Ясильского поля. С. 238-246; Сафронова А. А., Нещеткин О. Б. Геодинамические особенности сульфатного карста Артемовского поднятия. С. 247-254;

Тиунов К. В., Минькевич И. И. Развитие представлений Г. А. Максимовича о районировании карста Туркменистана. С. 255-258; Будэ И. Ю., Белоусов В. М. Особенности развития карста в рифтогенных зонах (на примере юго-западной части Байкальской рифтовой зоны). С. 258-264; Печеркин И. А., Дублянский В. Н., Ан-дрейчук В. Н. Использование естественных полостей. С. 265-272; Сычкин Г. Н. Роль карста в формировании и размещении россыпных месторождений алмазов складчатых областей. С. 272-274; Шаврина Е. В. Особенности развития экзодинамических процессов в сульфатном карсте. С. 274-282; Филипп

пов А. Г. Газовый состав воздуха пещер Байкала. С. 286-295; Коротков А. И. Оценка интенсивности подземной карстовой денудации на северо-западе Русской плиты. С. 296-301; Белов С. Ю., Шувалов В. М., Белов Ю. Е. Опыт исследования закарстованных территорий на Ключевском участке Пермской области. С. 302-306; Гаев А. Я., Тюрина И. М., Шурубор В. А. Ирине Игоревне Минькевич – 50 лет. С. 316-317; Гаев А. Я., Шурубор А. В., Минькевич И. И. Герману Всеволодовичу Бельтюкову – 60 лет. С. 317-318; Гаев А. Я., Минькевич И. И. Георгий Алексеевич Максимович (1904-1979). С. 319-322; Гаев А. Я. Игорь Александрович Печеркин (1928-1991). С. 322-323; Минькевич И. И. Вячеслав Семенович Лукин (1914-1997). С. 325-326; Минькевич И. И. Евгений Павлович Дорофеев (1934-1998). С. 326-327.

Горы и горцы Алтая и других стран Центральной Евразии: Материалы междунар. симп. Горно-Алтайск: РИО "Универ-Принт": ГАГУ, 2000. 244 с.

Из содерж.: Малолетко А. М. О границе между Алтаем и Саянами. С. 3-4; Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Карст Горного Алтая на новой карстологической карте России. С. 15-17; Маринин А. М. О систематизации морфологии и морфометрии карстовых пещер Алтае-Саянской горной области. С. 17-21; Костарев В. П. Внимание: карст! С. 21-23; Маринин Ал. А. Карст переходной зоны Северного Алтая. С. 24-25; Маринин А. М. Карст и полезные ископаемые Алтае-Саянской горной области. С. 26-27.

Денк С. О. Влияние закарстованности на фильтрационно-емкостные свойства коллекторов Пермской области // Нефтяное хоз-во. 2000. № 1. С. 15-19.

Дублянский В. Н. Еще раз о генезисе гипсовых пещер Подолии // Геоморфология. 2000. № 1. С. 2-29.

Дублянский В. Н. Проблема уровней в геоморфологии карста // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Пермь, 2000. С. 72-78.

Дублянский В. Н. Спелеология на пороге нового тысячелетия // Свет, № 1 (21). 2000. С. 7-9.

Дублянский В. Н. Возможна ли "Солдатская-900"? // Свет, № 1 (21). 2000. С. 16-17.

Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Г. А. Максимович – крупнейший карстовец XX века // XX век – личности и школы в инженерной геологии СССР и России: Тр. науч. конф. М., 2000. С. 64-65.

Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. К 120-летию со дня рождения П. Н. Чирвинского // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Пермь, 2000. С. 4-9.

Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Г. А. Максимович – крупнейший карстовец XX века // XX век – личности и школы в инженерной геологии СССР и России. М.: Изд-во МГУ, 2000. С. 64-65.

Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Использование подземных пространств в научных и практических целях // Геоэкология, 2000. № 6. С. 413-419.

Дублянский В. Н., Лавров И. А. Кадастр карстовых полостей Пермской области // Природное наследие и географическое краеведение Прикамья: II Межрегион. науч.-практ. конф.: Крат. сообщ. Пермь, 2000. С. 16-18.

Дублянский В. Н., Назарова У. В. Общее карстование (методические указания). Пермь: Изд-во ПГУ, 2000. 34 с.

Костарев В. П. Нестор карстования [О Г. А. Максимовиче] // XX век – личности и школы в инженерной геологии СССР и России: Тр. науч. конф. М., 2000. С. 66-67.

Костарев В. П. Экологическая безопасность и карстомониторинг на трассах магистральных газопроводов Пермской области // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: Тр. Междунар. экол. конгр. СПб., 2000. Т. 1. С. 461.

Занин Ю. Н., Гавшин В. М., Писарева Г. М. Микроэлементы в гипергенных карстовых фосфоритах юга Сибири: опыт экологической геохимии // Геология и геофизика. 2000. Т. 41. № 5. С. 722-733.

Мальчикова И. Ю. Лед в пещерах Забайкалья // Изв. Рус. Геогр. об-ва. 2000. Т. 132. Вып. 5. С. 38-43.

Материали Міжнар. наук. практ. конф. "Техногенно-екологічна безпека регіонів як умова сталого розвитку України" (2-6.10. 2000 р., м. Яремче). Київ, 2000. Из содерж.: Крылов Д. Ю. О гидрогеологических особенностях карста карбонатного типа. С. 39-40.

Васев М. Л. О результатах исследования карстовых источников. С. 40-42.

Международ. конф. "Экология и жизнь-2000", 26-28.04.2000. Великий Новгород. 2000. Из содерж.: Гаев А. Я., Килин Ю. А., Фетисов В. В. О создании систем мониторинга на примере закарстованных районов Приуралья. С. 50. Деревенская О. Ю. Зоопланктон солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья. С. 74.

Научное познание окружающего мира, динамика окружающей среды (природа, общество, политика): Тез. докл. XI съезда РГО (Архгельск, 2000). СПб, 2000.

Из содерж: Гаев А. Я. Новейшие методы изучения карста. С. 41-49. Горсуев Н. П. Географическое карстование: направления и методы исследования. С. 44-47. Назаров Н. Н. Особенности формирования речных долин карстовых районов как фактор возникновения наводнений. С. 116-118. Бельтюков Г. В., Минькевич И. И. Соляной карст Приуралья. Катяев В. Н. Особенности распределения техногенного прессинга в карстовых районах Пермского Приуралья. Мусихин Г. Д., Павлейчик В. М. и др. Проблемы охраны карстовых источников Оренбургской области. Павлейчик В. М.,

Чибилев А. А., Ильин А. М. Новые данные о карстовых явлениях Ириклинского водохранилища. С. 128-130. Ляхницкий Ю. С. Проблемы организации регламентированного использования пещер как памятников природы. С. 195-197.

Мичурин С. Б. Современное состояние охраны памятников природы в пределах карстовых ландшафтов Уральского Прикамья // Природное наследие и географическое краеведение Прикамья: II Межрегион. науч.-практ. конф.: Крат. сообщ. Пермь, 2000. С. 24-25.

Павлов С. Х. Особенности взаимосвязи подземных и поверхностных вод и карстовые процессы в зоне влияния Ангарских водохранилищ // Тез. докл. Всерос. совещ. по подзем. водам Востока России: (XVI совещ. по подзем. водам Сибири и Дал. Востока). Новосибирск, 2000. С. 59-61.

Пещера Цаган-Агуй (Монголия): стратиграфия плейстоцена, археология, палеоэкология / А. П. Деревянко, Е. В. Девяткин, А. Н. Симакова и др. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2000. Т.8. №1. С. 90-105.

Платонова С. Г., Скрипко В. В. Новые формы проявления лессового карста в городе Барнауле // Вестн. Алт. техн. ун-та им. Ползунова. 2000. № 1. С. 91-92.

Поморье в Баренц регионе: экономика, экология, культура: Материалы междунар. конф. Архгельск: Ин-т экол. проблем Севера УрО РАН, 2000. 293 с. – Загл. обл.: Поморье в Баренц регионе на рубеже веков: экология, экономика, культура.

Из содерж: Малков В. Н., Гуркало Е. И. Мониторинг карста: структуры закарстования на Пинежском карстовом полигоне. С. 149-150; Монахова Л. Б. Стадии развития пещер как индикаторы палеогеографической обстановки. С. 160-161; Геологический заказник Железные ворота: система пещер Олимпийская-Ломоносовская / Ю. И. Николаев, Л. Б. Монахова, В. Н. Малков и др. С. 167; Сугоркина Н. С., Абашкина Е. Залесская О. В. Мониторинг луговых ценозов карстовых логов в условиях заповедного режима. С. 218-219; Шав

р и н а Е. В. Провальная активность сульфатных пород субширотной излучины р. Пинеги. С. 260-261.

Проблемы формирования и комплексного освоения месторождений солей: (VI солевое совещ.): Тез. докл. междунар. конф. Соликамск, 2000. 266 с.

Из содерж.: А н д р е й ч у к В. Н. Карст солеотвалов как особый подтип соляного карста. С. 5-7; Б е л ь т ю к о в Г. В. Оценка активности современных карстовых процессов в солях по гидрохимическим данным. С. 22-24; Б о л о т о в А. А. Карст северной и северо-западной частей Верхнекамского калийного месторождения. С. 33-35; К о с т а р е в В. П., М а л а - х о в В. Е. К разработке территориальных строительных норм по инженерно-геологическим изысканиям на закарстованных территориях Пермской области. С.121-124.

С ы ч к и н Г. Н. Карстовые промежуточные коллектора алмазов – основа минерально-сырьевой базы Пермской области в ближайшие годы // 4 регион. Урал. литолог. совещ. "Осадочные бассейны: закономерности строения и эволюции, минерагения": Материалы совещ. Екатеринбург, 2000. С. 126.

Т о л м а ч е в В. В. Становление и основные тенденции развития инженерного карстования // Сергеевские чтения: Материалы годич. сессии Науч. совета РАН по пробл. геоэкологии, инж. геологии и гидрогеологии. М., 2000. Вып. 2. С. 284-291.

Т о л м а ч е в В. Карстологический мониторинг: [О науч.-техн. семинаре "Карстологический мониторинг"] // Гражд. Защита. 2000. № 8. С. 40

Т р о ф и м о в а Е. В. Особенности оледения пещер Приольхонья // География и природ. ресурсы. 2000. № 2. С. 48-55.

Ф и л и п п о в А. Г. Шерлопы – пещеры, колодцы и шахты в трещинах отседания // Геоморфология. 2000. № 3. С. 103-111.

Ф и л и п п о в А. Г., Е р б а е в а М. А., С ы ч е в с к и й Е. К. Миоценовые отложения в пещере Ая на Байкале // Геология и геофизика. 2000. Т. 41. № 5. С. 755-764.

D u b l y a n s k y V. A Giant hydrothermal Cavity in the Rhodope Mountans // Speleogenesis. Huntsville, USA, 2000. P. 317-319.

D u b l y a n s k y V., A n d r e i c h u k V. The matter of speleology // Kras i speleologia. Vol. 10 (XIX). 2000. P. 11-26.

D u b l y a n s k y V., D u b l y a n s k y Y. Role of Condensation in Karst Hydrogeology and Speleogenesis // Speleogenesis. Huntsville, USA, 2000. P. 100-112.

АВТОРЕФЕРАТЫ ДИССЕРТАЦИЙ

Б е л ь т ю к о в Г. В. Карстовые и гипергенные процессы в эвапоритах: Автореф. дис.... д-ра геол.-мин. наук / Перм. ун-т. Пермь, 2000. 42 с.

Ж и л и н А. Н. Экспериментальное исследование системы контроля за сонованием плитного фундамента при картовых проявлениях: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Уфим. гос. нефт. техн. ун-т. Уфа, 2000. 21 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА, НЕ ВКЛЮЧЕННАЯ В ПРЕДЫДУЩИЙ ВЫПУСК

1995

КНИГИ

Ш и р о к о в В. Н. Древнейшее искусство уральских пещер: Пособие для учителя и учащихся / Департамент образования Администрации Свердл. обл. Екатеринбург: Сред.- Урал. кн. изд-во, 1995. 69 с. (Искусство: Региональный компонент).

1996

КНИГИ

Современная географическая и окружающая среда: Всерос. науч. конф., Казань, 24-26 сент., 1996: Тез. докл. Казань, 1996.

СТАТЬИ

К о ж е в а т о в Е. Д., Ш а р и ф у л л и н А. Н. Особенности химической (карстовой) денудации в условиях флювиального процесса // Современная географическая и окружающая среда: Всерос. науч. конф., Казань, 24-26 сент., 1996: Тез. докл. Казань, 1996. С. 97-99.

М о л о ш т а н о в а Н. Е., Ш л ы к о в В. Г., М а к с и м о в и ч Н. Г. Новообразования целестина в Кунгурской ледяной пещере // Урал. литолог. совещ. "Седиментогенез и литогенез осадочных образований", 17-18 сент., 1996: Тез. докл. Екатеринбург, 1996. С. 148-150.

Н а з а р о в Н. Н., Н и к а н ь ш и н С. Е. Сравнительная характеристика структуры верхних звеньев гидросети карстовых и внекарстовых ландшафтов Пермского Предуралья // Современная географическая и окружающая среда: Всерос. науч. конф., Казань, 24-26 сент., 1996: Тез. докл. Казань, 1996. С. 140-141.

Т а т а р н и к о в О. М., Л е с н е н к о В. К., А р х и п е н к о в А. Г. Карстово-эрозионный цикл эволюции эрозионной сети девонской куэсты // Там же. С.191-193.

М и ч у р и н С., Ц и б е р к и н Н. Г. (Науч. рук.) Особенности и проблемы охраны закарстованных территорий Пермской области // Экология: проблемы и пути решения: Тез. докл. IV Межвуз. конф. студентов и аспирантов 1996 г. Пермь, 1996. С. 61-62.

1997

КНИГИ

Инженерно-геологическое обеспечение недропользования и охрана окружающей среды: М-лы междунар. Научн.-практ. конференции / Перм. ун-т, Пермь, 1997. 234 с.

Природные ресурсы Горного Алтая: (Сб. науч. статей) / Горн.-Алт. гос. ун-т, Каф. физ. географии. Горно-Алтайск, 1997. 212 с.

Hohlenmalerei. Ein Handbuch. M. Lorblanchet. Sigmaringen: J. Thorbecke Verlag, 1997. 340 s.

Landform Analysis. Katowice, Poland, 1997. Vol. 1. 182 p.

СТАТЬИ

Г о р я ч к и н С. В., Ш а в р и н а Е. В. Генезис, эволюция и динамика почвенно-геоморфологических систем карстовых ландшафтов Европейского Севера // Почвоведение. 1997. № 10. С. 1173-1185.

Д у б л я н с к а я Г. Н., Д у б л я н с к и й В. Н. Парагенезис карст-подтопление и его распространение на территории Крыма // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. Киев, 1997. С. 47-51.

Д у б л я н с к и й В. Н. Кадастр карстовых полостей Крыма как составная часть его цифрового территориального кадастра // Свет. Киев, 1977. № 2 /17/. С. 19-20.

Д у б л я н с к и й В. Н. Карст Крыма и некоторые проблемы его геодинамики // Геодинамика Крымско-Черноморского региона. Симферополь, 1997. С. 115-117.

Дублянский В. Н., Самохин Г. В. Пещера Грифон – дериват Красной пещеры // Свет. Киев. 1977. № 2 /17/. С. 21-22

Инженерно-геологическое обеспечение недропользования и охрана окружающей среды: М-лы междунар. Научн.-практ. конференции / Перм. ун-т. Пермь, 1997. 234 с.

Из содерж.: Печеркина Л. В., Гаев А. Я., Дублянский В. Н. Игорь Александрович Печеркин – основоположник пермской инженерно-геологической школы // Инженерно-геологическое обеспечение недропользования и охрана окружающей среды. С. 5-11. Толмачев В. В. Основные тенденции развития инженерного карстоведения. С. 94-96. Дергачев С. Н. Закоптелов В. Е. Инженерно-геологическое картирование энтропии многокомпонентных систем мелового карста. С. 100-102. Дублянская Г. Н., Дублянский В. Н. Идеи И. А. Печеркина о гидрохимии карста и современная инженерная карстология. С. 109-110. Ожгибесов В. П. Особенности химии карста классического кунгура. С. 111-113. Солопова А. Е. Роль фенолов в развитии карста. С. 114-116. Андрейчук В. Н. Проблема карстовой опасности и построение оценочных карт. С. 116-119. Дублянский В. Н. Кадастр карстовых полостей как составная часть цифрового территориального кадастра. С. 119-123. Андрейчук В. Н. Балльная оценка карстовой опасности территории Пермской области. 123-125. Дублянская Г. Н., Дублян-ский В. Н., Алексеенко В. Н. Теоретические и прикладные аспекты безопасного освоения урбанизированных закарстованных территорий (на примере Украины). С.126-127. Костарев В. П. Обязательный элемент мониторинга на территории Западного Урала. С. 127-129. Андрейчук В. Н. Карстовый мониторинг на территории Пермской области. С. 129-131. Иконников Л. Б. Организация карстового мониторинга г. Дзержинска и некоторые его результаты. С. 131-134.

К вопросу о разработке физико-геологических моделей зон карстообразования и разуплотнения в карбонатных отложениях Воронежской антеклизы / И. В. Притыка, С. Н. Василенко, С. Н. Закутский и др. // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. 1997. № 4. С. 169-173.

Левашев С. И. Ботовская карстовая пещера [Восточная Сибирь] // 17 Молодеж. науч. конф. "Строение литосферы и геодинамика", Иркутск, 21-25 апр., 1997: Материалы. Иркутск, 1997. С. 47-48.

Маринин А. М. XX век – итоги карстологических исследований и открытий в центре Евразии. Алтай-Саяны // Природные ресурсы Горного Алтая: Сб. науч. статей. Горно-Алтайск, 1997. С. 17-59.

Об оценке динамики формирования карстовых форм / С. В. Казакевич, А. Я. Гаев, С. Ю. Белов, Ю. А. Килин // Проблемы охраны окружающей среды на урбанизированных территориях. Варна-Пермь, 97: (Материалы Болг.-Рос. науч. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов). Варна; Пермь, 1997. Т. 1. С. 43-46.

Филиппов А. Г. Стратиграфия отложений пещер Восточной Сибири // Гидрогеология и карстоведение. Пермь, Изд-во Перм. ун-та, 1997. Вып. 12. С. 180-182.

Филиппов А. Г. Льды Аргараканской пещеры // Гидрогеология и карстоведение.. Пермь, Изд-во Перм. ун-та, 1997. Вып. 12. С. 182-184.

Филиппов А. Г., Горюнова О. И. Спелеоресурсы Прибайкальского национального парка (проблемы изучения, охраны и рационального использования) // Дуловские чтения 1997 года (Секция археологии и этнографии). Матер. докл. и сообщений. Иркутск: Листок, 1997. С. 140-142. Филиппов А. Г., Монтейд Д. Б. Археологические находки в пещерах реки Уды // Дуловские чтения 1997 года (Секция археологии и этнографии): Матер. докл. и сообщений. Иркутск: Листок, 1997. С. 64-69.

Ф и л и п п о в А. Г. Генезис пещер Приольховского плато и о. Ольхон // Дуловские чтения 1997 года (Секция археологии и этнографии). Матер. докл. и сообщений. Иркутск: Листок, 1997. С. 90-92.

Е р б а j e в а М. А., Ф и л и п п о в А. Г. miocene small mammalian faunas of the Baikal Region // Actes du Congres Biochron 97 / Eds.: J.-P. Aguilar, S. Legendre & J. Michaux, Mem. Trav. E.P.H.E.: Inst. Montpellier, 1998. Vol. 21. P. 249-259.

М л и к о в с к y J., Ч е н з y ч е н о в а F., Ф и л и п п о в А. Quaternary berds of the Baikal region, East Siberia // Acta Soc. Zool. Bohem. 1997. Vol. 61. P. 151-156.

Ф и л и п п о в А. Г. Gravity caves of the Siberian Platform // Proceedings of the 12 th International Congress of Speleology. La Chaux-de-Fonds, 1997. Vol. 1. P. 465-468.

Ф и л и п п о в А. Г. Karst in enclosing rocks of Kimberlite diatremes on the Siberian Platform // Classical Karst. Fieldtrip guide and abstracts. Lipica, August 24-28, 1997. Postojna: Karst Research Institute ZRC SAZU, 1997. P. 40-41.

Составитель Т. А. Иванова

Содержание

Предисловие	5
Геология и генезис пещер	6
Цыкин Р. А. Пещеры Арктики, Субарктики и зоны многолетней мерзлоты	6
Амеличев Г. Н. К проблеме Антарктического карста	10
Мавлюдов Б. Р. Распространение оледенения пещер	22
Климчук А. Б. Основные особенности и проблемы гидрогеологии карста: спелеогенетический подход (Сообщение 1)	28
Дублянский В. Н., Дублянский Ю. В. Проблема конденсации в карстоведении и спелеологии	51
Лавров И. А., Чугаева А. А. Электронная карта Кунгурской Ледяной пещеры	73
Лавров И. А. Особенности и закономерности спелеогенеза в Косьвинской синклинали	76
Коршунов В. В. О влиянии вращения земли на спелеогенез	80
Искусственные подземные пространства	83
Долотов Ю. А., Сохин М. Ю. Проблемы спелестологии	83
Отложения пещер	97
Мавлюдов Б. Р. Классификация снежно-ледовых образований пещер	97
Андрейчук В., Галускин Е. Криогенные минеральные образования Кунгурской ледяной пещер	108
Молоштанова Н. Е., Максимович Н. Г., Назарова У. В. Минеральный состав отложений Кунгурской ледяной пещеры	116
Биоспелеология	129
Коваль А. Г. Фауна Виллябурунской пещеры в Крыму	129
Археология	135
Юрин В. И. Спелеоархеологические исследования на Южном Урале	135
Охрана пещер	138
Маринин А. М. Спелеологические страницы Красной книги республики Алтай	138
Биржевая И. А. Загрязнение подземных вод в районе Кунгурской ледяной пещеры	150
Ляхицкий Ю. С. Создание Саблинского природоохранного экскурсионно-туристического центра	154

Терминология и методика изучения пещер	157
Ляхицкий Ю. С. Структурно-морфологическая классификация карстовых полостей	157
История изучения пещер	162
Дублянский В. Н., Ильин А. Н., Клименков И., Толмачев В. В., Шаврина Е. В., Шутов Ю. И. Из истории стационарных исследований карстовых полостей	162
Баранов С. М. История исследования пещер Челябинской области	174
Новости спелеологии	181
Касьян Ю. М., Климчук А. Б. Пещера Крубера (Воронья) на Арабике – глубочайшая в Мире	181
Жаков В. Ф., Назарова У. В. Шахта Мория на Северном Кавказе	186
Юбилей	192
В. Н. Дублянскому – 70!	192
Потери спелеологии	197
Памятные даты	202
По страничкам календаря	202
Александр Крубер – отец русского карстоведения	204
110 лет со дня рождения А. И. Дзенс-Литовского	208
100 лет со дня рождения Д. В. Рыжикова	210
75 лет со дня рождения К. А. Горбуновой	211
Рецензии	213
Speleogenesis. Evolution of karst Aquifers	213
Занимательная спелеология	216
Kras i speleologia	216
Български пещери	217
Спелестологический ежегодник РОСИ	218
Спелеология Самарской области	219
Полвека у Ледяной пещеры	219
Путеводитель по Кунгуру и Кунгурской пещере	219
Красная книга Республики Алтай	220
Проблемы охраны и изучения природной среды Русского Севера	221

Landsform Analysis	220
Wielka Encyklopedia Geografii Swiata	221
Discovering the wonders of our World	222
Спелеотерапия в России	223
Hohlenmalerei. Ein Handbuch	225
Hohlenmalerei in Ural	226
Хроника	228
Международный слет спелеологов	228
12 съезд АСУ и 3 съезд РСС	229
11-й Международный симпозиум по спелеотерапии	229
О 13 Международном Спелеоконгрессе (Бразилия, 2000)	230
Справочный раздел	232
Ш у м е й к о А. Карстовые сифоны бывшего СССР	232
Библиография по карсту и пещерам	238

CONTENTS

Geology and genesis of caves	6
T s y k i n R. A. Caves of Arctic, Subarctic and permafrost zone	6
A m e l i c h e v G. N. To a problem of antarctic karst	10
M a v l u d o v B. R. There are shown regularities of caves glaciation on the area of the former USSR	22
K I i m c h u k A. B. Basic features and problems of karst hydrogeology (the Message 1)	28
D u b l y a n s k y V. N., D u b l y a n s k y J. V. The problem of condensation in karst and speleology.....	51
L a v r o v I. A., C h u g a e v a A. A. Electronic plan of the Kungur Ice Cave	73
L a v r o v I. A. Features and laws of the speleogenesis in Kosva-syncline	76
K o r s h u n o v V. V. About influence of earth rotation on speleogenesis	80
Artificial underground spaces	83
D o l o t o v J. A., S o h i n M. J. The problems of speleostology	83
Cave deposits	97
M a v l y d o v B. R. Classification of cave snow-ice formations	97
A n d r e j c h u k V., G a l u s k i n E. Cryogenic mineral formations of the Kungur Ice Cave	108
M o l o s h t a n o v a N. E., M a k s i m o v i c h N. G., N a z a r o v a U. V. Mineral composition of deposits in the Kungur Ice Cave	116
Biospeleology	129
K o v a l A. G. Fauna of the Villaburunskaya cave of the Crimea	129
Archeology	135
Y u r i n V. I. Speleoarcheological research in Southern Ural	135
Protection of caves	138
M a r i n i n A. M. Speleological pages of the Red Book of Republic Altai	138
B i r j e v a i a I. A. Pollution of underground waters in area of the Kungur Ice Cave	150
L y a c h n i t s k y J. S. Creationreation Sablinski nature protection excursion-tourist centre.....	154

Terminology and methods of cave studies	157
L y a c h n i t s k y J. S. Structural-morphological classification of karst caVities and systems	157
History of Cave Studies	162
D u b l y a n s k y V. N., I l' i n A. N., K l i m e n k o V. I., T o l m a c h e v V. V., S h a w r i n a E. W, S l i u t o v Y. I. From the history of stationary researches of karst caVities	162
B a r a n o v S. M. The history of studying of karst and caVes in the Chelyabinsk area	174
Speleological News	181
K a s' j a n J. M., K l i m c h u k A. B. Kruber's cave (Voronja) on the Arabica-massif – the deepest in the world	181
J a k o v V.F., N a z a r o v a U., V. Cave Moria on Northern Caucasus	186
Jubileum	192
To V. N. Dublyansky – 70	192
Losses of Speleology	197
Memorials	202
On pages of calendar.....	202
Alexander Kruber – father of Russian icarstology.....	204
110 years from birthday of A. I. Dzents-Litovski	208
100 years from birthday of D. V. Rigikov	210
75 years from birthday of K. A. Gorbunova	211
Reviews	213
Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers	213
Entertaining speleology	216
K r a s i s p e l e o l o g i a	216
E t j i r a p c K H n e m e p n	217
Speleostological year-book ROSI	218
Speleology of the Samara area	219
Half century near Ice Cave.....	219
Guide-book of Kungur and Kungur Ice Cave	219
Red Book of the Altai Republic	220
Problems of protection and studying of the natural environment of Russian North.....	221
Landsform Analisis	221
WielkaEncyklopediaGeografii Swiata.....	221

Speleotherapy in Russia	223
Hohlenmalerei. Ein Handbuch	225
Hohlenmalerei in Ural	226
The chronicle	228
The International meeting of the cave explorers	228
12-th Congress of RSU and 3-th Congress USA	229
10-th International Symposium on Speleotherapy	229
About 13 International Speleocongress (Brazil, 2000)	230
Referense Information.....	232
Shumeiko A. Karst siphons of the former USSR	232
The bibliography on karst and caves	238

Пещеры

Межвузовский сборник научных трудов

Редактор *В. Н. Дублянский*

Технический редактор *Н. В. Петрова*

Корректор *Л. А. Семицетова*

ИБ № 365

Подписано в печать.28.06.2001.

Формат 60x84 1/16. Бум. офс. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11,4 .Уч.-изд. л. 19,5

Тираж 400 экз. Заказ 341

Лицензия ЛР № 020409 от 12.02.97

Редакционно-издательский отдел Пермского университета

614600. Пермь, ул. Букирева 15

Типография Пермского университета

614600. Пермь, ул. Букирева 15