

551.4
ПЗ1

Пещеры

Пещеры в гипсах и ангидритах

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

ПЕРМСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А. М. ГОРЬКОГО

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО СОЮЗА ССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ ИНСТИТУТ КАРСТОВЕДЕНИЯ И СПЕЛЕОЛОГИИ

**ПЕЩЕРЫ. ПЕЩЕРЫ В ГИПСАХ
И АНГИДРИТАХ**

Межвузовский сборник научных трудов

Пермь 1988

MINISTRY OF HIGHER AND SECONDARY SPECIAL EDUCATION
OF THE RSFSR
PERM STATE A. M. GORKY UNIVERSITY OF ORDER OF THE RED
BANNER OF LABOUR
GEOGRAPHICAL SOCIETY OF THE USSR
ALL-UNION KARSTOLOGY AND SPELEOLOGY INSTITUTE

PESHCHERY (CAVES)
GYPSUM AND ANHYDRITE CAVES
Interuniversity collection of scientific transactions

PERM 1988



Посвящается основателю сборника «Пещеры»
Георгию Алексеевичу Максимовичу

Пещеры. Пещеры в гипсах и ангидритах: Межвуз. сб. науч. тр./Перм. ун-т. — Пермь, 1988. — 160 с.

Сборник (выпуск 21) посвящен проблемам изучения пещер в гипсах и ангидритах. В нем представлены результаты исследования крупнейших гипсовых пещер запада Украины, Кунгурской ледяной пещеры, пещер Башкирии, Пинежья, Северного Кавказа, Средней Азии, Якутии. Освещается методика изучения подземных полостей, история исследования пещер на территории СССР, рассматриваются вопросы охраны спелеообъектов. Приводятся данные о крупнейших пещерах СССР и мира, а также сведения о новых спелеологических исследованиях.

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

Рецензент: кафедра геологии Пермского политехнического института

Печатается по постановлению редакционно-издательского совета Пермского университета

Редакционная коллегия

В. Н. Андрейчук (Кунгурский стационар-лаборатория Уральского отделения АН СССР), **Г. В. Бельтюков**, **К. А. Горбунова** (Пермский университет) — ответственный редактор, **В. Н. Дублянский** (Симферопольский университет), **А. Б. Климчук** (Институт геологических наук АН УССР), **Н. Г. Максимович**, **И. И. Минькевич** (Пермский университет) — секретарь

Редактор **Е. А. Огиенко**

Технический редактор **Л. Г. Подорова**

Корректор **О. В. Белодед**

Свод. тем. пл. 1988, № 337.

Сдано в набор 30.05.88. Подписано в печать 05.12.88. ЛБ06228.

Формат 60X90 ¹/₁₆. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 10. Уч.-изд. л. 10.

Тираж 1000 экз. Заказ 404. Цена 1 р. 50 к.

Редакционно-издательский отдел Пермского университета. 614600.

Пермь, ул. Букирева, 15

Типография Пермского университета. 614600. Пермь, ул. Букирева,

15

© Пермский государственный университет, 1988

На обложке: микроэлектронная фотография гипса (Н. А. Румянцева, Н. Г. Максимович).

ВВЕДЕНИЕ

В 1947 г. в Перми был основан первый в СССР печатный орган по спелеологии — «Спелеологический бюллетень». В 1961 г. он преобразован в сборник «Пещеры». За прошедшие 27 лет опубликован 21 выпуск. С 5-го выпуска «Пещеры» являются печатным органом Института карстоведения и спелеологии, с 16-го — Всесоюзного института карстоведения и спелеологии, с 17-го выпуска издание представляет собой межвузовский сборник научных трудов по спелеологии.

Настоящий сборник посвящен пещерам в гипсах и ангидритах, расположенных в разных районах нашей страны — на западе Украины, Северном Кавказе, в Башкирии, Пермской области, Якутии, Средней Азии. Рассматриваются такие вопросы, как морфология и генезис пещер, в том числе длиннейших в мире — Оптимистической, Озерной и Золушки, методика их изучения. Приводятся сведения из истории изучения пещер на территории СССР. Ставится вопрос о необходимости охраны пещер.

Сборник информирует о новостях спелеологии. Реферируются советские и иностранные издания по спелеологии, приводится библиография по карсту и спелеологии.

Данные о пещерах гипсо-ангидритового карста используются проектными организациями, ведущими инженерно-геологические исследования в карстовых районах. Они учитываются при оценке инженерно-геологической устойчивости закарстованных территорий, на которых осуществляется гражданское, промышленное, дорожное и другие виды строительства.

Ряд гипсовых пещер Башкирии, пещеры Кунгурская в Пермской области, Кристальная на Украине являются туристскими объектами. В настоящее время остро стоит вопрос об охране ценных спелеообъектов, представляющих научный и практический интерес.

Сообщения о новостях спелеологии заинтересуют спелеологов-любителей, которые объединены в спелеосекции, ведущие плановые поиски и разведку пещер и тем самым способствующие дальнейшему развитию науки о пещерах в нашей стране.

Г. Н. Дублянская, В. Н. Дублянский

Симферопольский филиал ДИСИ, Симферопольский университет
Г. А. МАКСИМОВИЧ и СОВРЕМЕННАЯ СПЕЛЕОЛОГИЯ



В 1964 г. по инициативе Г. А. Максимовича основан Институт карстоведения и спелеологии. С 1958 г. началось сотрудничество научных работников и спортсменов, которое привело к коренным изменениям представлений о масштабах подземного закарстования территории СССР и его роли в гидрогеологии, инженерной геологии, седиментологии, рудогенезе, палеогеографии и других отраслях геолого-географических наук.

Становлению современной спелеологии способствовали работы Ф. П. Саваренского, Д. С. Соколова, Н. И. Соколова, Н. А. Гвоздецкого. Особенно велик вклад в ее развитие

Г. А. Максимовича, 85 лет со дня рождения и 10 лет со дня смерти которого советская научная общественность отмечает в 1989 г.

Научное наследие Г. А. Максимовича составляет 535 работ общим объемом более 380 печатных листов, из которых 208 работ (39%) посвящено проблемам спелеологии [1]. Первую работу на эту тему (о Кунгурской Ледяной пещере) Георгий Алексеевич опубликовал в 1937 г. С этого времени его интерес к подземному миру непрерывно возрастает. Если в первые пятилетия своей научной деятельности он издавал от 2 до 15 работ по спелеологии, то в дальнейшем количество таких работ увеличилось до 38—47 (см. таблицу).

Публикации Г. А. Максимовича по спелеологии могут быть отнесены к 8 научным направлениям. Больше половины их (68%) составляют работы, посвященные отложениям пещер, использованию пещер, а также рецензии, библиографические описания и хроника. Треть публикаций касается проблем, связанных с образованием пещер и методикой их исследования. Проанализируем эти работы.

**Динамика научных публикаций Г. А. Максимовича
по проблемам спелеологии**

Направление исследования	Количество работ									
	1937-1940	1941-1945	1946-1950	1951-1955	1956-1960	1961-1965	1966-1970	1971-1975	1976-1981	Всего, %
Отложения и микроклимат пещер	1	3	1	5	3	6	9	12	3	20
Рецензии, библиография, хроника	—	—	1	—	1	3	7	15	12	19
Пещеры СССР	1	—	4	—	6	7	8	2	7	17
Использование пещер	—	—	—	—	—	3	4	4	14	12
Пещеры мира	—	—	—	—	1	6	4	3	5	9
Спелеогенез	—	—	—	—	2	4	6	3	3	9
Гидрология и гидрохимия пещер	—	3	1	3	1	5	4	—	—	8
Методы изучения пещер	—	—	1	—	1	4	2	1	3	6
Всего	2	6	8	8	15	38	44	40	47	100

Методы изучения пещер (12 публикаций). Первые работы, посвященные методике изучения и классификации пещерного льда, появились в 1945 г. В 60-е гг. Г. А. Максимович ввел карточки учета карстовых полостей и условные обозначения для планов пещер разных масштабов, которые широко используются при картировании карстовых полостей разных регионов СССР. В 70-е гг. им предложены широко применяемые в инженерной карстологии показатели густоты и плотности карстовых полостей, а также не оцененный в то время должным образом их морфометрический показатель — удельный объем (m^3/m). Позднее выяснилось, что последний является индикатором условий образования пещер [3]. В это же время Г. А. Максимовича увлекла проблема физического моделирования морфологии полостей, возникающих при турбулентном движении подземных вод. Все его публикации легли в основу монографических работ по методике спелеологических исследований [2, 6].

Проблемы спелеогенеза (18 публикаций). Впервые Г. А. Максимович обратился к этой проблеме в 1957 г. Его статья о возможности корреляции уровней пещер и террас

вызвала оживленную дискуссию [5] и определила направления дальнейших исследований на несколько десятилетий. Позднее ученый неоднократно возвращался к этой проблеме, включив в объект рассмотрения не только субэдральные, но и субаквальные (подрусловые) полости. С проблемой корреляции тесно связана проблема стадийности спелеогенеза, также носящая дискуссионный характер. В 1984 г. по ней защищена первая кандидатская диссертация [10]. Большой интерес для советских и зарубежных исследователей представляют пионерные публикации Г. А. Максимовича по гидротермокарсту. Он не только обобщил разрозненные литературные данные, но и определил весь спектр проблем, возникающих при наложении друг на друга «холодных» и «термокарстовых» процессов. В 80-е гг. защищено несколько кандидатских диссертаций, связанных с этой проблематикой [4]. Весьма плодотворна, хотя еще и не всеми осознана, идея Г. А. Максимовича о необходимости выделения трех типов карста: тахикарста (в солях), обычного карста (в карбонатных породах) и брадикарста, развивающегося в породах, ранее относимых к некарстующимся (ортокварциты, джеспилиты и пр.). Она имеет непосредственное приложение в геологии месторождений полезных ископаемых. Весьма интересны сводки ученого о специфических проявлениях процесса спелеогенеза в коралловых рифах, известковых туфах, вулканических породах различных типов.

Пещеры СССР (35 публикаций). Работы этого направления содержат региональные и специальные (по размерам, тектонической и стратиграфической приуроченности и пр.) описания пещер Приуралья (80%) и других районов СССР (20%). Исследования такого рода имеют не только научное, но и методическое значение. Они служат образцами лаконичного, конкретного изложения очень большого фактического материала. Сводки о крупнейших карстовых полостях СССР — это прообраз их кадастров, изданных в 80-е гг. [3].

Пещеры мира (19 публикаций). Г. А. Максимовичу принадлежат описания крупнейших и интереснейших карстовых полостей Австралии, Англии, Венгрии, Ирландии, Колумбии, Румынии, Швеции и других стран.

Гидрология и гидрохимия пещер (17 публикаций). Исследования в этом направлении Г. А. Максимович начал с 1941 г. Он составил первые региональные сводки об озерах пещер, их химическом составе и минерализации. Г. А. Максимович буквально «коллекционировал» материалы по химической денудации и активности карста разных районов СССР, знакомил научную общественность с новейшими представлениями

о величине ближнего и дальнего массопереноса в различных ландшафтно-климатических зонах.

Отложения и микроклимат карстовых полостей (43 публикации). Г. А. Максимович предложил наиболее полную классификацию отложений карстовых пещер, используемую сейчас всеми специалистами. Значительное место в его трудах занимает изучение кальцитовых образований (27%), отложений вторичных минералов (25%). С 1970 г. Г. А. Максимович собирает материалы о мумии, обобщение которых вылилось в блестящий очерк о его распространении, типологии и использовании. Работы этого цикла, представляя большой минералогический интерес [11], имеют огромное значение для палеогеогеологии. За экзотикой натечного убранства пещер Г. А. Максимович сумел увидеть закономерности изменений водопритоков. Его сводки по карбонатному спелеолитогенезу и гурам — образец нетривиального подхода к проблеме. Второй цикл работ этого направления чисто прикладной — полезные ископаемые карстовых полостей и впадин (бокситы, фосфориты, нитраты, гуано и др.). Идеи Г. А. Максимовича в данной области с успехом развивают сибирские спелеологи [9].

Проблемы микроклимата карстовых полостей рассмотрены в специальном исследовании и разделе монографии «Основы карстоведения». Отраженные в них представления легли в основу десятков научных разработок. Появились первые диссертации, посвященные микроклимату пещер [7, 8].

Использование карстовых полостей (25 публикаций). Интерес к такого рода исследованиям появился у Г. А. Максимовича в 60-е гг. Он дал исчерпывающий обзор особенностей использования пещер в разные исторические эпохи, уделив внимание определению их значения как объектов туризма. В своей последней работе, опубликованной уже посмертно, Г. А. Максимович рассматривает значение карстовых полостей для получения инженерно-геологической информации.

Рецензии, библиография, хроника (39 публикаций). Из указанных работ 14 — рецензии на монографии и сборники по карсту и спелеологии, изданные в СССР и за рубежом; 8 — сообщения о курсах спелеологии и карстологии, читаемых в вузах мира, их программах, а также о диссертациях, защищенных по данной тематике; 18 — заметки о спелеологических событиях, происходящих в мире. Эти публикации всегда находили благодарных читателей, поскольку давали самые свежие, интересные и зачастую неожиданные сведения.

Краткий анализ работ Г. А. Максимовича по спелеологии свидетельствует о его огромной эрудиции и работоспособности.

В каждом из рассмотренных направлений сейчас проводят исследования специальные рабочие группы Секции спелеологии Научного совета по инженерной геологии и гидрогеологии АН СССР. Г. А. Максимович не был «полевым» спелеологом. Но критический ум, умение видеть далеко не очевидные связи явлений и процессов, колоссальная эрудиция во всех областях геолого-географических наук позволили ему создать такие труды по спелеологии, которые еще долгое время будут использовать и теоретики, и практики. Одновременно с научной деятельностью Г. А. Максимович вел активную научно-организационную работу. В 1947 г, он подготовил первое в СССР специальное издание — «Спелеологический бюллетень», который сейчас продолжает существовать как межвузовский сборник «Пещеры». Это основной печатный орган спелеологов страны, популярный не только в СССР, но и за рубежом. Г. А. Максимович был основателем и первым руководителем Всесоюзного института карстоведения и спелеологии, общественной научной организации нового типа, объединившей для решения научно-практических проблем исследователей карста и пещер различных регионов. Сегодня сотрудниками института являются 255 научных и производственных работников из 63 городов 12 республик страны. Г. А. Максимович был организатором 11 совещаний по карстово-спелеологической тематике, выступал как руководитель или оппонент кандидатских и докторских диссертационных работ, посвященных этим проблемам. Он создал школу карстологов и спелеологов, которую отличают комплексный подход к проблеме, нетривиальность мышления, четко проявляющаяся практическая и природоохранная направленность исследований.

Заслуги Георгия Алексеевича в развитии спелеологии высоко оценены научной общественностью. В зарубежной рецензии на его основополагающую монографию «Основы карстоведения» Г. А. Максимович справедливо назван нестором советского карстоведения. С неменьшим основанием его можно считать и нестором советской спелеологии. На VI Международном спелеологическом конгрессе в Чехословакии в 1973 г. он награжден золотой медалью «За успехи в развитии мировой спелеологической науки». Его именем названы многие пещеры и шахты СССР. На IV Всесоюзном карстово-спелеологическом совещании во Владивостоке (1986) принято решение ходатайствовать перед Президиумом Географического общества СССР об учреждении медали им. Г. А. Максимовича, присуждаемой за комплексные исследования подземного мира СССР.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Георгий Алексеевич Максимович. Библиография. Пермь, 1975, 61 с.
2. Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Путешествия под землей. М., 1981. 192 с.
3. Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Крупнейшие карстовые шахты и пещеры СССР. М., 1982. 136 с.
4. Дублянский Ю. В. Геологические условия формирования и моделирование гидротермокарста: Автореф. дис. канд. геол.-минер. наук. Пермь. 1987. 16 с.
5. Маруашвили Л. И. Морфологический анализ карстовых пещер //Очерки по физической географии Грузии. Тбилиси, 1969. С. 5—84.
6. Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР. Ташкент, 1983. 150 с.
7. Соцкова Л. М. Некоторые аспекты изучения геофизики подземных ландшафтов Горного Крыма: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1981. 18 с.
8. Цикаришвили К. Д. Микроклимат карстовых полостей Западной Грузии в связи с их морфологией и ландшафтными особенностями региона: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Тбилиси, 1984. 25 с.
9. Цыкин Р. А. Отложения и полезные ископаемые карста. Новосибирск, 1985. 164 с.
10. Шипунова В. А. Пещеры и геоморфологические уровни: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Баку, 1985. 22 с.
11. Hill C, Forti P. Cave minerals of the World. Huntswill, 1985. 272 p.

ГЕОЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС ПЕЩЕР

УДК 551.442 (477.8)

А. Б. Климчук, В. Н. Андрейчук

Институт геологических наук АН УССР

Кунгурский стационар УрО АН СССР

ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ И ГЕНЕЗИС КРУПНЫХ ГИПСОВЫХ ПЕЩЕР ЗАПАДА УКРАИНЫ

В Подольско-Буковинской карстовой области известно 11 пещер более 1 км, в том числе Оптимистическая (157 км), Озерная (105,3 км), Золушка (82 км), Кристальная (22 км), Млынки (19,1 км). Этот регион занимает первое место в СССР по суммарной протяженности изученных полостей.

Основы современного понимания вопросов генезиса и истории развития крупных пещерных систем в гипсах региона были заложены в работах В. Н. Дублянского и других [5, 6]. В последнее время эти представления уточнены и развиты. Цель настоящей статьи — дать обзор современных подходов к проблеме.

Геолого-гидрологические условия

На западе УССР неогеновые гипсоидитовые отложения развиты полосой, имеющей ширину до 40—60 км, вытянутой на 300 км с юго-востока на северо-запад. В пределах полосы гипсовая толща разделена эрозионной сетью на отдельные залежи (массивы). Два главных пещерных района — Подольский и Буковинский — расположены в ее юго-восточной части. Изменение важнейших условий развития карста происходит в целом с северо-востока на юго-запад, вкрест простирания полосы развития гипсов и главных тектонических структур [1].

Литолого-стратиграфические условия. Осадочный покров, залегающий на погруженном (1,5—3 км и более) докембрийском складчатом основании, представлен палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими отложениями. Силурийские (преимущественно карбонатные) и девонские (аргиллиты, мергели и глинистые известняки) отложения залегают с уклоном к западу и юго-западу и частично вскрываются в глубоких долинах Днестра и его левых притоков — Збруча, Ничлавы, Серета, Джурина и др. Здесь обнажаются

меловые отложения (альб и сеноман), имеющие общую мощность до 15 м, представленные песками, песчаниками, песчанистыми известняками и опоками.

Неогеновая толща залегает на меловой с размывом. Породы нижнего бадения представлены трехчленным комплексом общей мощностью 5—15 м. Песчаники и органогенно-детритовые известняки сменяются вверх по разрезу песками, затем снова органогенно-детритовыми известняками; они непосредственно подстилают гипсовую толщу. Гипсы мощностью 10—40 м и перекрывающий слой хемогенных ратинских известняков мощностью 0,5—1,5 м относят к отложениям среднего бадения и выделяют под названием тирасской свиты. Вышележащий комплекс отложений верхнего бадения представлен карбонатно-глинистыми породами. К северу от Днестра в нем преобладают карбонатные (багрянковые известняки), а к югу — глинистые осадки. Отложения баденского яруса перекрыты глинами и мергелями нижнего сармата, мощность которых в пределах междуречных массивов левобережного Приднестровья достигает 50 м и возрастает до 100 м в междуречье Днестра и Прута.

Положение гипсовой толщи между слабокарстующимися породами, почти повсеместное распространение плотных глинистых перекрывающих отложений, препятствующих вертикальной фильтрации вод, — основные факторы, обусловившие преимущественно латеральное развитие спелеоформ в гипсовой толще, хорошую сохранность ее самой и карстовых образований в ней на протяжении длительных эпох [8]. Гипсы имеют довольно однородный химический состав (97—99% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), однако отличаются разнообразием в текстурном и структурном отношении. Для большей части Подольского района характерно трехчленное строение гипсовой толщи. Нижняя ее часть (до 10 м) сложена скрыто- и мелкокристаллическим массивным, иногда слоистым гипсом. В средней части (2—3 м) размеры зерен увеличиваются, возрастает неоднородность породы, четко выражается слоистость. При этом проявляются куполообразные структуры («волнистая», гофрированная слоистость) диаметром до 2 м. Переход от нижней части толщи к средней постепенный, а от средней к верхней — резкий, подчеркнутый выдержанным по простиранию характерным слоем бентонитовых глин (10—30 см). Верхняя часть толщи (до 8 м) сложена крупно- и гигантокристаллическим гипсом, обычно буро-коричневых оттенков. В ней также четко выражены куполообразные структуры, которые увеличиваются в поперечнике до 10 м. В их строении обычно заметна скорлуповатость, а сами «купола» разьединены трещинами, образующими в плане полигональную

сеть. Формирование таких структур связывается [12] с особенностями диагенетических преобразований первичного илового осадка.

Описанное строение гипсовой толщи характерно для районов большинства крупных пещер Подолни. Подобное изменение гипсов снизу вверх от скрыто- и мелкокристаллических до крупно- и гигантокристаллических наблюдается также в Буковинском районе (пещеры Золушка и Буковинка), хотя переходы от одной части разреза к другой здесь более плавны. На востоке Подольского района, в блоке пещеры Атлантида, гипсовая толща имеет иное строение. В нижней ее части преобладает слоистый гипс с различными включениями, а верхняя часть сложена однородной скрыто- и мелкокристаллической породой.

Вертикальная текстурно-структурная неоднородность гипсовой толщи, своеобразие распределения трещиноватости в различных частях разреза являются причиной возникновения ряда ключевых структурных (ярусность, азимутальная структура, тип, однородность, плотность и другие характеристики лабиринтовых сетей, развитых на различных ярусах) и скульптурных особенностей морфологии пещерных систем.

Тектоническое строение. Рассматриваемые карстовые районы расположены в зоне сочленения юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы с Предкарпатским краевым прогибом. Характерной чертой этой зоны является блоковая раздробленность [1, 3, 11, 13] при определенной иерархии блоков и разломов. Макроблоки площадью 500—1500 км² обособляются в результате дифференциации неотектонических движений по знаку и интенсивности, они соответствуют элементарным ареалам однотипного проявления этих движений. Границами макроблоков служат крупные сбросы с общей амплитудой смещения 100 и более метров. В пределах макроблоков выделяются мезоблоки и микроблоки с характерными чертами тектонической трещиноватости. Они ограничены разломами преимущественно сбросового происхождения. По величине смещения гипсовой толщи в смежных блоках следует различать два типа сбросов:

1) толща гипсов смещена полностью и контактирует с некарстующимися или слабокарстующимися отложениями;

2) вертикальное смещение гипсового слоя не больше его мощности, и поэтому латеральный контакт гипсов сохраняется. Разломы первого типа экранируют развитие карста, а разломы второго типа способствуют закарстованию разломных зон. Площадь отдельных блоков колеблется в пределах 5—100 км².

Относительная самостоятельность тектонического развития макроблоков, а иногда и мезоблоков, обусловила блоковую дифференциацию многих важных геологических условий спелеогенеза, таких как текстурно-структурные особенности гипсов, их трещиноватость, состав и свойства перекрывающих отложений и др. [1, 11, 13]. В этом ключ к объяснению ряда существенных различий в морфологии пещерных систем, находящихся в различных блоках.

Важной чертой строения зоны сочленения является ступенчато-блоковое погружение гипсовой толщи в направлении

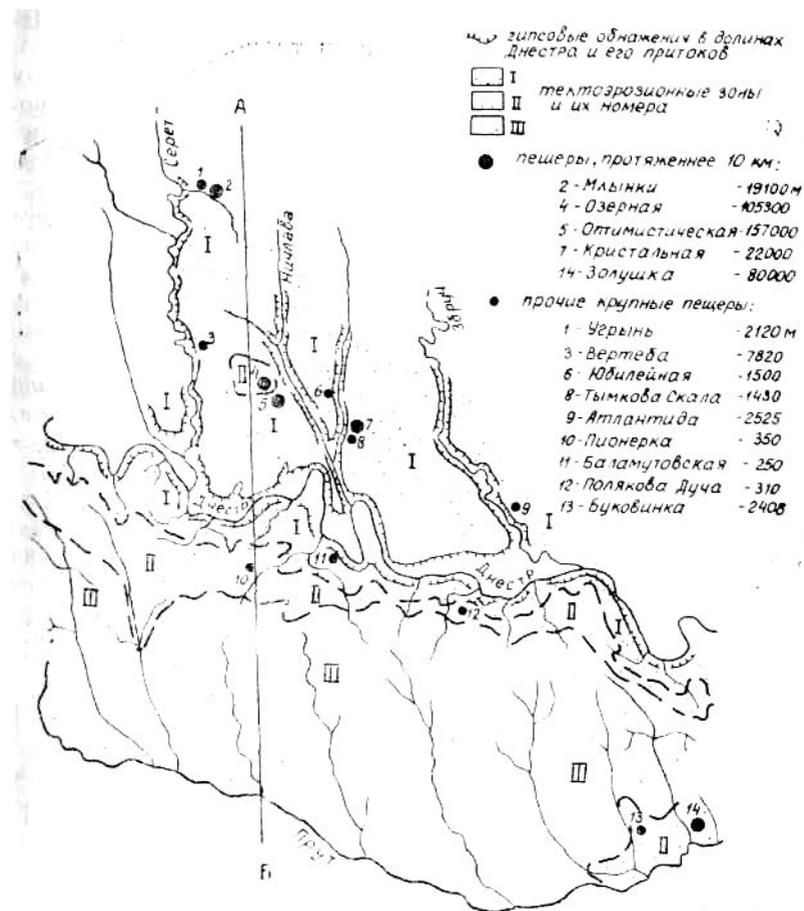


Рис. 1. Тектоно-эрозионная зональность и расположение основных пещер Подолии и Буковины

от платформы к прогибу. По характеру взаимоотношений блоков, различию состава и мощности перекрывающих отложений выделяются 3 тектонические подзоны: I — Подольская (к северу от долины Днестра); II — Прут-Днестровская (Прут-Днестровское междуречье); III — Прут-Сиретская (Прут-Сиретское междуречье).

Для первой подзоны характерна блоковая мозаика с общей амплитудой высот поверхности гипсов до 50 м. Амплитуда смещений толщи в смежных блоках не превышает 10—30 м, и контакт гипсов в смежных блоках обычно не прерывается. Во второй подзоне отчетливо проявляется ступенчатое погружение блоковой поверхности толщи в сторону прогиба, увеличивается мощность перекрывающих глинистых отложений. В третьей подзоне продолжается ступенчатое погружение гипсов и возрастание мощности перекрывающих отложений. К юго-западу толща обрывается на 100—150 м в прогиб вдоль крупных сбросов.

Гидрогеологические условия развития карста в гипсовой толще закономерно изменяются в направлении от платформы к прогибу в соответствии с изменением тектонических условий и степени эрозионного вскрытия осадочной толщи (рис. 1,2). По условиям вскрытия гипсов долинами и положению дренирующего уровня могут быть выделены три тектоэрозионные зоны: I — зона полного вскрытия гипсовой толщи, II — зона частичного вскрытия, III — зона, где толща целиком располагается под днищами долин, т. е. ниже дренирующего уровня.

В I зоне долины Днестра и его левых притоков вскрывают разрез намного глубже гипсовой толщи. Она полностью дренирована в придолинных участках и частично обводнена в центральных частях междуречных массивов. Наблюдается

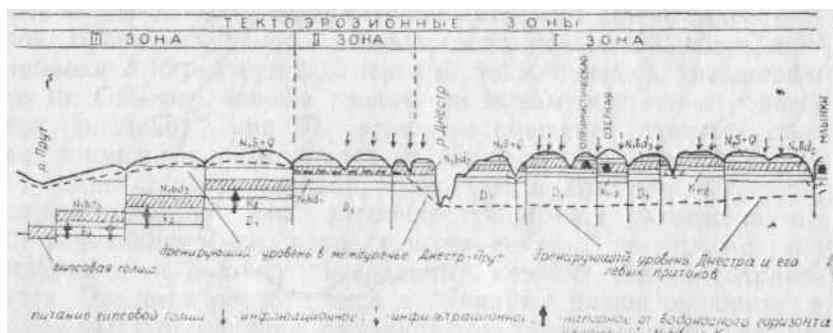


Рис. 2. Геолого-гидрогеологические условия развития пещер Подолии и Буковины (схематический профиль вдоль линии А—Б)

нисходящее движение подземных вод в гипсах; при обводнении нижней их части имеет место горизонтальное движение вод. В условиях I зоны находятся пещеры Подольского района (рис. 1).

Во II зоне блоковые поверхности гипсовой толщи погружаются ступенями на юг и юго-запад. Одновременно уменьшается глубина расчленения рельефа. Гипсовая толща вскрыта эрозийными врезами не полностью, и часто наблюдается поглощение поверхностных водотоков, сохраняющих гидрологическую определенность под землей. Здесь встречается много пещер линейного типа, имеющих вадозную морфологию. Нижняя часть гипсовой толщи обводнена.

В III зоне гипсовая толща не вскрывается эрозийными врезами и, как правило, полностью обводнена. Карст в гипсах развивается во фреатических условиях. Преобладает напорное горизонтальное движение вод в гипсах с восходящим питанием от нижележащего водоносного горизонта нижебаденских и меловых отложений. В отдельных случаях вадозные условия возникают благодаря откачке подземных вод при горных работах. В относительно приподнятом блоке пещеры Золушка, находящемся вблизи долины р. Прут, свободная поверхность подземных вод установилась на 3 м ниже кровли гипсов еще до начала откачки, что соответствует последнему периоду развития этой пещерной системы в естественных условиях.

Внутризональные (межблоковые) различия в условиях развития карста зависят главным образом от взаиморасположения разновысотных блоков и от близости к дренирующим долинам. Примерами могут служить различия гидрогеологических условий и закарстованности в смежных блоках пещер Озерная и Оптимистическая (Подольский район) [11], в смежных Мамалыжском, Кривском и Драницком блоках (Буковинский район) [3].

Интегральные показатели интенсивности развития карста (карстовой денудации) увеличиваются от I к III зоне. Это связано с увеличением общей обводненности гипсовой толщи. Однако, если в III зоне карстообразование более равномерно охватывает гипсовую толщу, то в I и отчасти во II зонах современный процесс карстообразования ограничен преимущественно нижней, обводненной частью толщи. Водобмен при этом более активен. Наиболее высокие локальные (дифференцированные) показатели интенсивности растворения гипсов характерны для I зоны и наиболее низкие — для III.

Генезис и эволюция пещерных систем

Основой для выявления генезиса и истории развития пещерных

систем служат спелеоморфогенетические и спелеоседиментологические исследования, результаты которых рассматриваются на фоне геолого-геоморфологической истории территории [6, 8].

Описания конкретных крупных пещер региона содержатся во многих работах [2, 4, 5, 8 и др.]; для некоторых пещер осуществлены подробные спелеогенетические реконструкции [8]. Ниже мы отметим лишь основные черты сходства и различия в характеристиках пещер, важные для общих генетических заключений.

В структуре и морфологии пещер, находящихся даже в различных субрегионах, имеются важные общие черты, указывающие на их принципиальное историко-генетическое сходство. Все крупные пещеры Подолии и Буковины являются лабиринтами ходов, развитых по вертикальным и крутонаклонным трещинам. Хода и галереи образуют горизонтальные, но часто ярусные («слоевые») системы площадного развития. В строении пещер выделяются 2—4 яруса ходов.

Для крупных пещер региона, всех их ярусов установлены морфологические признаки формирования напорными водами во фреатических условиях (наличие разноуровневных каналов, слепых округлых тупиков, слепых напорных куполов в сводах и т. п.). Анализ взаимоотношения различных комплексов форм позволяет установить последовательность их формирования в пределах фреатической стадии [8, 14]. Вместе с тем имеются морфологические признаки, свидетельствующие о разной степени вадозной переработки морфологии (следы устойчивого положения уровней подземных вол, уступы и врезы в днищах ходов и т. п.). Повсеместно распространены наложенные формы инфильтрационного генезиса (вертикальные нисходящие камины) [8, 10]. Таким образом, крупные пещерные системы Подолии и Буковины состоят из разновозрастных и гетерогенных элементов. Основные объемы сформированы в условиях напорного водоносного горизонта в гипсах при общем горизонтальном движении вод. В вадозных условиях происходила моделировка морфологии пещер и формирование наложенных элементов, связанных с активным водообменом.

Во всех пещерах обнаружены вторичные водномеханические отложения, которые наряду со специфическими чертами, обусловленными локальными особенностями гидрогеологических условий, имеют сходные разрезы, состав, текстурные особенности. Это свидетельствует о сходстве обстановок осадконакопления и режима их изменений.

Наряду с принципиальной историко-генетической общностью отдельные пещеры и даже районы пещерных систем

характеризуются различиями в плановом строении сетей, распределении ходов (ярусов) в разрезе толщи, в размере и форме поперечных сечений ходов. Основные группы факторов, под влиянием которых проявились эти различия, следующие:

1. Особенности распределения и истории формирования трещиноватости [8, 9] в различных частях разреза гипсов и различных блоках.

2. Особенности гидрогеологической истории конкретных пещерных блоков, определяемые их структурным положением, историей неотектонического и геоморфологического развития территории.

3. Вторичные факторы, обеспечивающие современную доступность (наблюдаемый облик) пещерного пространства.

Особенности трещиноватости. Трещиноватость пород предопределяет основные черты пространственной структуры карстовых полостей. Рассматривание планов лабиринтов, «проявляющих» рисунок сети инициирующих трещин, а также наблюдения за трещинами в пещерах позволяют обнаружить явные признаки тектонической трещиноватости. Это отчетливо проявляющаяся системность сетей (анизотропия ориентировок ходов: наличие 2 основных и 1—2 вспомогательных пиков), прямолинейность трещин и спелеоформ, большой удельный вес четырехлучевых сочленений (пересечений трещин) и т. п. Вместе с тем имеются, а в ряде случаев — преобладают, другие признаки, характерные [14] для первичной трещиноватости, возникшей под воздействием контракционных напряжений: значительно менее выраженная анизотропия ориентировок, 5—6-угольная форма полигонов, трехлучевые сочленения трещин и соответствующих спелеоформ, локализация трещин в отдельных интервалах разреза толщи. Эти характерные для контракционной трещиноватости черты особенно четко выражены в верхней пачке типичного подольского разреза гипсовой толщи, в которой отмечены куполообразные структуры, образующие межтрещинные целики.

В каждом конкретном случае наблюдается смешение признаков, характерных для тектонической и контракционной трещиноватости, при преобладании той или иной тенденции. Поэтому вопрос о природе спелеоиницирующей трещиноватости в гипсах не следует решать однозначно, либо в пользу тектонической, как это сделано в большинстве работ, либо в пользу контракционной [12]. Правильнее говорить о сложном процессе формирования трещиноватости в ходе литогенеза толщи при одновременном воздействии тектонических и контракционных напряжений. Взаимоотношения этих

полей напряжений могут быть различными в разных мезо- и даже микроблоках, а также в разных частях разреза гипсовой толщи, что и выражается в особенностях структуры соответствующих сетей трещин. В ходе спелеогенеза эти структурные особенности наследуются сетями пещерных ходов.

Важным является положение о разновозрастности систем трещин в гипсах [8, 9]. В совокупности трещин могут быть выделены три основные генерации. Трещины доспелеогенные пассивные возникли и были заполнены глинисто-карбонатным материалом в период, предшествующий периоду античного спелеогенеза. Они проявляются в виде отпрепарированного заполнителя, образующего ребра и «кулисы», выступающие из стен поперек ходов и галерей. Трещины, развивавшиеся в ходы пещер, рассматриваются как спелеоиницирующие. В пределах этой генерации отдельные системы трещин также закладывались одновременно, что следует из установленной разновременности формирования отдельных серий ходов, составляющих лабиринты. Во фреатических условиях водопроницаемы и быстро вовлекаются в спелеогенез все раскрытые трещины, образующие единую сеть. Разновременное заложение систем трещин выступает единственно возможной причиной различного относительного возраста отдельных серий ходов, сформировавшихся в пределах длительной фреатической стадии. В большинстве пещер региона ходы северо-западного простирания определяются как более древние, а северо-восточного — как более молодые. Трещины постспелеогенные образованы после периода формирования полостей во фреатических условиях. Они разрывают скульптурные поверхности растворения и вторичные отложения.

Важную роль в формировании пространственной структуры пещер играют особенности распределения трещин в разрезе толщи. Установлено, что во многих случаях трещины не рассекают ее целиком, а локализованы в различных ее интервалах. Именно это предопределяет ярусность пещерных систем. В данном случае ярусность пещер не связана с этапностью в поднятии территории и понижением базиса дренирования, как это обычно трактуется; спелеоформы всех ярусов сформированы на фреатической стадии спелеогенеза. Прежде всего развивались каналы в нижней части гипсовой толщи, вдоль контакта с нижележащими отложениями, служившими основным источником поступления вод в гипсы. По мере развития каналов нижнего яруса и установления связей с сетями трещин более высоких интервалов соответствующие ярусы ходов начинали формироваться в условиях напорного водоносного горизонта. Модель такого развития

для пещеры Атлантида рассмотрена в работе [8] (см. также рис. 3, Б). В различных вариантах эта модель применима к большинству пещер региона.

Таким образом, особенности распределения и развития трещиноватости в гипсовой толще играют главную роль в

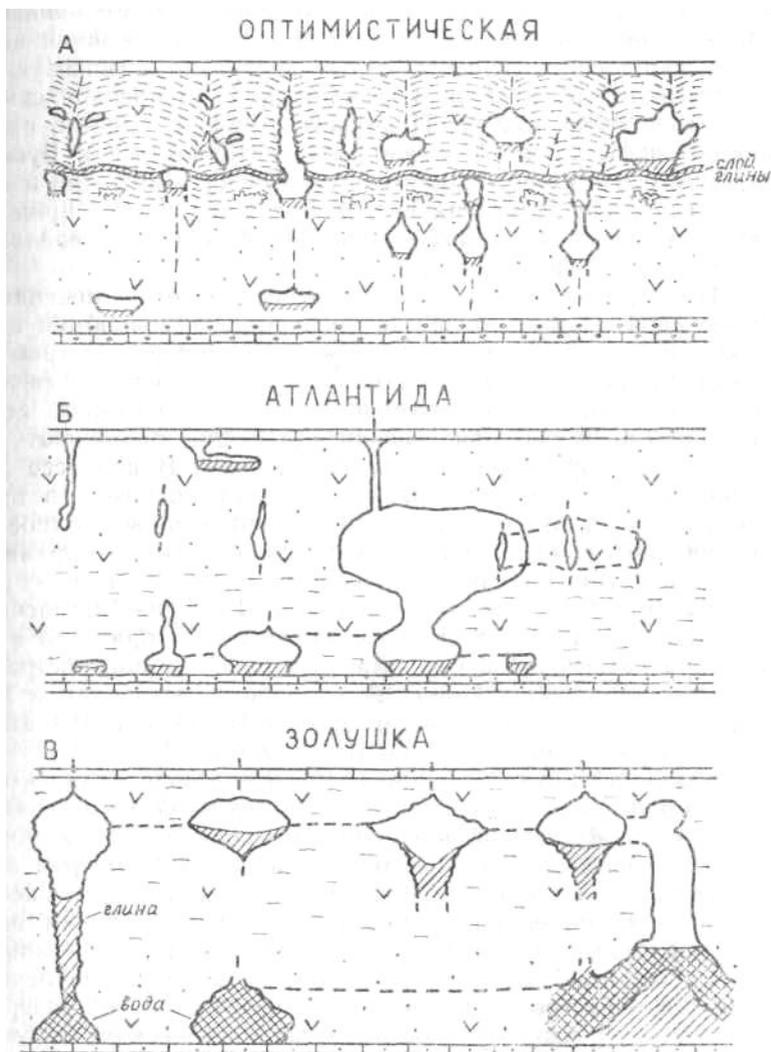


Рис. 3. Особенности заложения и морфологии некоторых пещер Подолии и Буковины

формировании пространственной структуры пещерных систем.

Особенности гидрогеологической истории пещерных блоков. Не вдаваясь в подробности развития территории, рассмотренные применительно к спелеогенезу в работах [1, 5, 6, 8, 14], отметим основные его моменты. Заложение и формирование пещерных систем происходило в плиоцен-раннеплейстоценовое время в условиях напорного водоносного горизонта. Вода поступала в гипсовую толщу главным образом из подстилающих нижнебаденских и меловых отложений. В Подольском районе процесс спелеогенеза протекал в то время более активно, чем в Буковинском, в связи с преобладанием восходящих движений и меньшей глубиной залегания гипсовой толщи, однако принципиальные различия гидрогеологических условий в пределах региона еще не наметились.

По мере углубления долины Днестра и заложения его левых притоков все более активизировался водообмен в поддолинных и придолинных участках. Вскрытие Днестром гипсовой толщи при формировании уступа 6-й террасы (в конце раннего плейстоцена) знаменовало начало вадозной стадии в развитии пещер прилегающих участков. Возникают условия II тектоэрозивной зоны (см. выше). В процессе дальнейшего врезания Днестра и его левых притоков, в придолинных участках складываются условия I зоны (полное дренирование гипсовой толщи), а условия II зоны сохраняются лишь в глубине водораздельных массивов. В связи с резко асимметричным строением бассейна Днестра — интенсивным развитием крупных субпараллельных левых притоков и слабым развитием правых — условия II и I зон распространены на всей территории Подольского района, тогда как в Буковинском районе (междуречье Днестр-Прут) преобладают до настоящего времени условия III зоны (рис. 1, 2).

Таким образом, в раннем плейстоцене определились принципиальные различия гидрогеологических условий развития пещер в пределах региона, которые сохраняются и поныне. К этому времени уже сформировались основные черты структуры пещерных систем Подольского района. В дальнейшем происходит моделировка морфологии пещер, причем наиболее значительно — в переходный период от фреатической стадии к вадозной, в условиях II зоны. Одновременно осуществляется перестройка условий питания, стока и разгрузки, усиливается неоднородность гидродинамических условий в пещерных блоках, избирательность спелеоморфогенеза и т. п. С этого момента возрастает значение локальных событий гидрогеологической истории отдельных пещерных систем и даже участков, обусловленных положением их относительно

очагов питания и дренирующих долин, а также относительным высотным положением отдельных блоков. С полным переходом ряда пещер Подолии в условия развития I зоны прогрессивный морфогенез приостанавливается, за исключением процесса в ситуациях очаговой вертикальной фильтрации вод из вышележащих отложений, в которых происходит формирование каминов, а в конечном счете — поноров на поверхности [10].

На большей части Буковииского района фреатические условия в гипсах сохраняются до настоящего времени. По-видимому, лишь в позднем плейстоцене долиной р. Прут вскрывается верхняя часть гипсовой толщи в отдельных, наиболее приподнятых блоках (Мамальжский и Кривский блоки). В связи с этим начались гидродинамические изменения, характерные для переходного периода от фреатической к вадозной стадии, в частности, активизация водообмена в верхней части толщи. Морфологически это проявилось в быстром увеличении объема каналов верхнего яруса, образовании напорных восходящих колодцев от нижнего яруса к верхнему. Период стабилизации уровня подземных вод ниже кровли гипсов отразился в формировании соответствующей ниши в поперечных сечениях галерей верхнего яруса (рис. 3 В). Резкая активизация перехода к вадозным условиям произошла в Кривском блоке (пещера Золушка) в новейшее время, что объясняется техногенной деятельностью — откачкой подземных вод из карьера.

Вторичные факторы. Для выявления морфогенетических особенностей пещер большое значение имеет осознание взаимоотношений «коренной» морфологии пещерной системы и морфологии доступного для непосредственного изучения пространства пещеры на основе положений работы [7]. С переходом пещеры из прогрессивной фазы спелеогенеза в регрессивную более интенсивными становятся процессы деструкции «коренной» скульптурной морфологии и накопления вторичных отложений. Большинство получаемых при непосредственном исследовании характеристик относятся лишь к доступной сейчас части пещерного пространства — закартированным «воздушным» полостям, что затрудняет морфогенетический анализ, ведет к скрадыванию общих и усилению индивидуальных черт различных пещер или районов одной пещеры. Как показали детальные исследования в пещере Оптимистическая, отмеченные в ряде работ существенные межрайонные различия в плановой структуре сетей ходов и их морфологии отражают па самом деле особенности полостей различных ярусов. Эти межярусные различия трактовались как межрайонные, поскольку для разных районов

пещеры характерны разные уровни заполнения глинистыми осадками, и доступными для наблюдения и картирования оказывались те или иные ярусы полостей, при этом не было четко определено их высотное положение. Применение метода поярусной дифференциации морфологии ходов при анализе других пещерных систем Подолии позволяет объяснить многие их известные различия и обнаружить значительно большее морфологическое подобие этих пещер, чем это удавалось ранее.

Шурфовка заполнителя, произведенная в ряде пещер Подолии, показала, что подошва ходов нижнего яруса контролируется кровлей подстилающих гипсовую толщу пород. При этом мощность заполнителя достигает 5—7 м; он закрывает нижнюю часть сечений ходов, препятствуя установлению морфологии и высотного положения ходов относительно границ толщ.

В пещере Золушка изучены и закартированы полости верхнего яруса. Однако анализ данных позволил сделать вывод о повсеместном распространении обводненных галерей нижнего яруса, что было подтверждено прямыми спелеоподводными исследованиями. Выяснилось также, что галереи и ходы верхнего яруса во многих случаях представляют собой лишь фрагменты полного рельсовидного профиля, охватывающего почти весь разрез гипсов (рис. 3, В). Средняя часть этого профиля почти повсеместно выполнена глинистыми осадками. Указанные обстоятельства в значительной степени изменили исходные позиции в спелеоморфогенетическом анализе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрейчук В. Н. Закономерности развития карста на юго-востоке зоны сочленения Русской платформы с Предкарпатским прогибом: Дис... канд. геол.-минерал. наук. Пермь, 1984.
2. Андрейчук В. Н., Коржик В. П. Пещерная система Золушка//Пещеры. Пермь, 1984. Вып. 19.
3. Андрейчук В. Н., Куница М. Н. Роль тектонического фактора в развитии карста Мамалыжского карстового района // Физ. география и геоморфология. 1985. № 32.
4. Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Крупнейшие карстовые пещеры СССР. М., 1982.
5. Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины. Киев, 1980.
6. Дублянский В. Н., Смольников Б. М. Карстолого-географические исследования карстовых полостей Приднестровской Подолии и Покутья. Киев, 1969.
7. Климчук А. Б. Понятие о пещере и некоторые проблемные вопросы теоретической спелеологии // Физ. география и геоморфология. 1985. № 32.

8. Климчук А. Б., Рогожников В. Я. Сопряженный анализ истории формирования пещерной системы (на примере пещеры Атлантида). Киев, 1982.

9. Климчук А. Б., Рогожников В. Я. Разновозрастность систем трещин в гипсах Подолии и спелеогенез // Состояние, задачи и методы изучения глубинного карста СССР. М., 1982.

10. Климчук А. Б., Рогожников В. Я. Взаимосвязь поверхностных и подземных карстовых форм в условиях гипсового карста Приднестровской Подолии // Проблемы ииж. геологии Урала. Пермь, 1984.

11. Климчук А. Б. и др. Изучение геолого-гидрогеологических условий и особенностей развития карста Приднестровской Подолии в связи с организацией карстологического стационара // Физ. география и геоморфология. 1985. № 32.

12. Корженевский Б. А., Рогожников В. Я. О значении контракционной трещиноватости в формировании карстовых лабиринтовых систем в гипсах Подолии // Вопросы генезиса, динамики, формирования подземных вод и воднофизические свойства пород УССР. Киев, 1978.

13. Печеркин И. А., Андрейчук В. Н. Структурно-тектонические условия развития карста на юго-востоке зоны сочленения Восточно-Европейской платформы и Предкарпатского прогиба // Геология и разведка. 1986. № 10.

14. Чернышев С. Н. Трещины горных пород. М, 1983.

15. Klimchuk A. B., Andreichuk V. N. Genesis and development history of the large gypsum caves in the Western Ukraine // Atti Simp. Intern, sul Carsismo nelle Evaporiti. Bologna, 1986.

УДК 551.444

В. П. Коржик, И. И. Минькевич

Черновицкая территориальная гидрохимлаборатория водоохраны
Пермский университет

О СПЕЛЕОГЕНЕЗЕ КАРСТОВОЙ СИСТЕМЫ ЗОЛУШКА

Крупные лабиринтовые полости в гипсах Подолии и Буковины согласно [4, 9] формируются под воздействием преимущественно напорных подрусловых вод местных рек либо в результате перетекания их из одного речного бассейна в другой. Изучение открытой в 1977 г. черновицкими спелеологами пещеры Золушка [1, 5] позволило сделать несколько иные выводы о генезисе этой полости.

Пещера находится на южной окраине с. Подвирное Новоселицкого района Черновицкой области. Она заложена в гипсо-ангидритах среднего бадения мощностью 25 м, приближенных к поверхности благодаря эрозии р. Прут в пределах поперечного к долине Хотинско-Мамальского тектоблока, разделенного субмеридиональными и субширотными разломами на ряд меньших блоков. До заложения в конце 40-х гг. текущего столетия Кривского гипсового карьера полость



Карстовая система Золушка: а — карстовые полости в гипсо-ангидритах; б — первичное направление циркуляции карстовых вод; в — зоны выклинивания ходов подземных полостей; г — зоны завалов; д — линеаменты рельефа (днища балок) и направление падения уровня; е — наиболее крупные колодцы

была полностью обводнена и представляла собой коллектор карстовых вод с общим стоком к руслу р. Прут. С углублением карьера до 26—28 м ниже уровня соседней р. Пацак и обеспечением постоянного водоотлива из котлована в размерах до 20—25 тыс. м³/сутки сформировалась обширная депрессионная воронка уровня карстовых вод. Осушенная часть подземной системы длиной 80 км сейчас известна как пещера Золушка (рис.). Осушение полости дает возможность получить временной «срез» фреатической стадии ее развития и проследить переход в субэвральную фазу. Полученные результаты [1, 7] заставили уточнить воззрения на развитие карстовых процессов данного региона, а также на отдельные вопросы сульфатного спелеогенеза.

В ведущей спелеогенной роли подрусловых вод р. Прут позволили усомниться трехэтажность полости, несоответствие рисунка лабиринта современной унаследованной гидрографической сети, наличие довольно мощных — до 10—12 м водоупорных бронирующих гипсы глин и глинисто-литогамниевых отложений верхнего бадения в пределах III—V террас, а также практически полное отсутствие гипсов под I террасой р. Прут и поймой, выполненных глинами бадения.

Нижний этаж полости на контакте гипсо-ангидритов с мергелями нижнего бадения и известковистыми песчаниками сеномана фиксируется как скважинами, так и спелеологически-визуальными наблюдениями в карьере и пещере. Он соединяется с верхними этажами вертикальными колодцами округлой формы диаметром от 3 до 8 м и глубиной 10—20 м. Средний этаж выражен в крупных залах и коридорах, где сквозь размытый или просевший, уплотнившийся после усыхания заполнитель обнажаются нижние части первичных полостей с преимущественно горизонтально «гофрированными» стенами. Второй этаж, по существу, представляет собой участки лабиринта, в незначительной степени заполненные отложениями вертикальных, пересекающих пласт гипсов трещин; некоторые из них прорезают по вертикали весь пласт. Нередко такие коридоры пересекаются подвешенными ходами верхнего этажа. В ряде западных районов пещеры («Голландский сыр», «Геохимический» и др.) средний этаж появился в результате бронирующего влияния маломощных прослоев мелкозернистых тонкоплитчатых песчаников и песчаных известняков; фрагменты верхнего этажа в таких условиях воспринимаются как купольные замкнутые эрозионно-напорные формы.

Полости верхнего этажа составляют от 1—2 до 30 % объема первичной карстовой полости. Морфология ходов разнообразна,

поскольку в спелеогенезе участвуют как тектонические трещины, так и трещины напластования. Своды коридоров и залов зачастую сложены бронирующими известняками. В больших полостях они легко обрушиваются, поэтому высыпки являются характерным элементом подземной морфологии. Подавляющее количество из более чем 800 высыпок-провалов сформировалось именно за счет внутрисполостной денудации кровли с последующим миграционным ростом куполов. Следовательно, если подрусловое воды р. Прут в период выработки уступов V—III террас и принимали участие в формировании полости, то, несомненно, весьма ограниченное и лишь в верхней части пласта.

Гидрохимическое обследование Кривского карьера позволяло установить, что минерализация вод источников в уступе котлована составляла 2,6—3,2 г/л и незначительно колебалась по сезонам, в то время как минерализация вод при откачке из котлована не достигала и 2 г/л, причем наиболее ощутимая разница наблюдалась в содержании сульфат-иона, соответственно 1,4—1,5 и 0,05 г/л. Это, а также ощутимое количество сероводорода дало возможность утверждать, что подпитывание котлована, а следовательно и полости, происходит слабоминерализованными агрессивными водами гидрокарбонатно-кальциевого состава из подстилающих гипсы отложений мела.

Свидетельством важной спелеогенной роли восходящей разгрузки единого баден-сеномано-силурийского водоносного горизонта, кроме напорно-эрозионных колодцев и системы опережающих снизу трещинно-эрозионных и коррозионных ходов, служит обилие на стенах и потолке верхнего этажа известкового туфа. Как известно, с повышением гидростатического давления увеличивается растворимость карбонатов; этому же способствует и повышенное содержание в растворах сероводорода. В условиях восходящей разгрузки и снижения гидростатического давления на 2—3 атмосферы, а также дегазации вод и уменьшения содержания сероводорода, насыщения раствора сульфатами и бактериальной деятельности происходит осаждение карбонатов, наиболее проявившееся в полостях верхнего этажа.

Таким образом, восходящая разгрузка напорных вод в аллювий террас р. Прут стала основной причиной формирования нижнего этажа полости и значительной части верхних. Конечно, закономерно ставится вопрос об источнике подпитки баден-сеномано-силурийского горизонта подземных вод, обеспечивающем столь постоянные параметры водоотлива из котлована даже в последние засушливые годы, когда удельный вес карьерных вод в общем стоке р. Пацак достигал 100%.

Такое постоянство свидетельствует об обширности зоны питания и разнообразии составляющих ее баланс источников. Не исключена возможность подпитки единого горизонта за счет фильтрации вод из аллювия р. Днестр по системе трещин в отложениях силура, имеющих тут общее направление падения на юго-запад с углом наклона около 2° . Однако судить о взаимосвязи в прошлом бассейнов Днестра и Прута можно только после тщательного анализа неотектоники региона и сопоставления скоростей врезания долин этих рек.

В этом отношении особый интерес представляет определение роли структурно-тектонических условий региона, описанных в работах [1, 3] в развитии карстовой системы и формировании ее морфологии. Полость выступает как совокупность интенсивно закарстованных участков, соединенных одним-двумя магистральными, наиболее проработанными водами ходами. Порайонные различия направлений и плотности ходов определяются микроблоковой структурой. Исследования показали, что пещерные районы связаны как с участками однотипной внутримезоблочной трещиноватости, разобленными зонами разуплотнения, так и с зонами крупных нарушений, ограниченных опережающей трещиноватостью.

Пещерная система, несомненно, пережила несколько этапов активизации процессов закарстования, самый ранний из которых можно отнести к верхнему баденю. Уже тогда сформировалась первичная трещиннокарстовая сеть, заполненная впоследствии кластическим материалом и образующая ныне карбонатно-конгломератовые кулисы пещеры. Впоследствии, в континентальных условиях развития территории и в процессе приобретения пластом гипсов общего наклона на юг-юго-запад произошла активизация карста. Анализируя рисунок пещерной сети и морфологию ходов, довольно затруднительно идентифицировать этапы ее развития с этапами развития соседних карстовых полостей Подолии [9].

В Золушке трудно отдать предпочтение как полостям северо-западной, так и полостям северо-восточно-юго-западной ориентации, поскольку развитие проходило во фреатических условиях и на довольно значительных глубинах.

Для определения генезиса полости важно четкое разграничение районов пещеры в зонах выклинивания ходов или мощных завалов и высыпок из материала вскрышных пород. Такие зоны выражены по азимутам $90\text{--}270^\circ$ и $0\text{--}180^\circ$ или близким к ним. Некоторые из них совпадают с линеаментами рельефа, в частности балочной системы. Ранее [10] была описана линейность поверхностных карстовых форм, ликвидированных к настоящему времени, но проявляющихся внутри полости цепью отграничивающих завалов. Линейную

вытянутость с запада на восток имеет в целом весь исследованный лабиринт пещеры. Факты взаимосвязи рисунка отдельных фрагментов полости с относительно молодыми линиями поверхности, а также сопряженный анализ всех прочих морфологических, морфометрических показателей позволяют определенно подтверждать гетерохронность генезиса современной карстовой системы Золушка, т. е. разновозрастность ныне единой полости, ее составных районов-фрагментов.

Большой практический интерес представляет изучение современного спелеогенеза, в котором далеко не последнюю роль играет позднейшая и современная тектоника, а именно активизация подвижек земной коры вдоль разломов северо-восточного—юго-западного направлений [8]. К ним приурочены зоны свежих завалов и высыпок, сколов и интенсивного дробления пласта гипсов и ратинских известняков. Они наиболее четко выражены по периферии районов Геохимического, Античного зала, системы «Д», лабиринта Заблудших. На земной поверхности в пределах этих зон возможны крупные провалы; с ними в известной степени связаны ареалы развития оползневых явлений в с. Подвирное. При освоении пещеры с целью удовлетворения нужд народного хозяйства, рекреации и развития туризма выявление таких зон важно для обеспечения безопасности пересекающих их коммуникаций. В условиях же осушенности верхних этажей пещеры обвальнo-гравитационные явления служат физиономическим выражением эволюции полости к грото-камерным стадиям развития, т. е. тектонический фактор начинает превалировать.

Многое при изучении спелеогенеза пещеры остается неясным, так как она является всего лишь частью значительно большей карстовой системы. Дальнейшее спелеологическое прохождение полости и топосъемка позволят получить дополнительные факты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрейчук В. Н., Коржик В. П. Пещерная система Золушка // Пещеры. Пермь, 1984. С. 25—29.
2. Андрейчук В. Н., Куница М. Н. Роль тектонического фактора в развитии карста Мамальжского карстового района // Физ. география и геоморфология. Киев, 1985. № 32. С. 50—57.
3. Воропай Л. И., Коржик В. П., Костюк Л. С. Антропогенная активизация карста. Проблемы его хозяйственного использования // Физ. география и геоморфология. Киев, 1985. № 32. С. 84—91.
4. Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины. Киев, 1980. 177 с.
5. Коржик В. П. Новая крупная гипсовая пещера Золушка // Докл. АН УССР. Сер. «Б». Киев, 1979. № 11. С. 895-897.

6. Коржик В. П., Андрейчук В. Н. Особенности микроклимата пещеры Золушка и возможности его практического использования // Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. Пермь, 1981. С. 92—95.

7. Коржик В. П., Андрейчук В. Н., Рудько Г. И. К вопросу методики прогнозирования размеров глубинного карста (на примере пещеры Золушка) // Состояние, задачи и методы изучения глубинного карста СССР. М., 1982.

8. Коржик В. П., Волков С. Н. О возможности спелеокартографического способа выявления современных тектонапряженных зон // Тез. докл. IV Всесоюз. карстово-спелеологического совещания. Владивосток, 1986. С. 59—60.

9. Ломаев А. А. Геология карста Вольно-подолии. Киев, 1979. 128 с.

10. Одинцов И. А. О геоморфологических особенностях юго-восточной окраины приднестровской гипсовой полосы // Науч. ежегодник Одесского ун-та. Геогр. ф-т. Одесса, 1960. Вып. 2. С. 29—33.

УДК 551.442 (477.8)

Ю. Н. Демедюк, В. В. Покалюк, И. Г. Цукорник
ИГН АН УССР, ИГФМ АН УССР, ЮКГЭ Мингео СССР
ГЕНЕЗИС И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПЕЩЕРЫ ОПТИМИСТИЧЕСКАЯ

Важнейшей проблемой спелеологии является восстановление условий и истории развития пещерных систем. В предлагаемой работе представлены результаты морфогенетических исследований, проведенных в пещере Оптимистическая (Подольско-Буковинская карстовая область) [2].

Пещера Оптимистическая — самая крупная гипсовая пещера мира (протяженность лабиринта по данным на 1986 г. — 157 км), расположена в Тернопольской области. Она заложена в 20-метровой толще гипсов тирасской свиты среднебаденского подъяруса неогена. Гипсовая толща непосредственно подстилается карбонатными отложениями нижнего бадения и перекрывается маломощными (0,2 м) хемогенными ратинскими известняками, входящими в состав тирасской свиты. Выше залегают карбонатно-глинистые отложения (более 40 м) верхнего бадения и сармата.

Ранее было отмечено влияние литологического фактора на формирование различных морфологических типов ходов пещеры Оптимистическая [1]. Целью настоящей работы является выяснение истории возникновения пещеры и характера гидродинамики водных потоков на различных этапах ее развития.

Рассмотрим некоторые взаимосвязи морфологии ходов, позволяющие судить о механизме их образования. Так, узкие

щелевидные ходы, слагающие основной каркас лабиринта, широко развиты в верхней части разреза гипсов (рис. 1). Нередко они пронизывают всю гипсовую толщу. Ходы этого типа в большинстве случаев постепенно сужаются кверху и щелевидно замыкаются, оканчиваясь иницирующей трещиной. В ходах, заложенных в верхней части гипсовой толщи, трещина, как правило, достигает ее кровли. Многие щелевидные ходы имеют открытый выход в перекрывающие гипсы отложения, образуя в них пустоты и провалы, что возможно лишь в случае напорной циркуляции формирующих водных

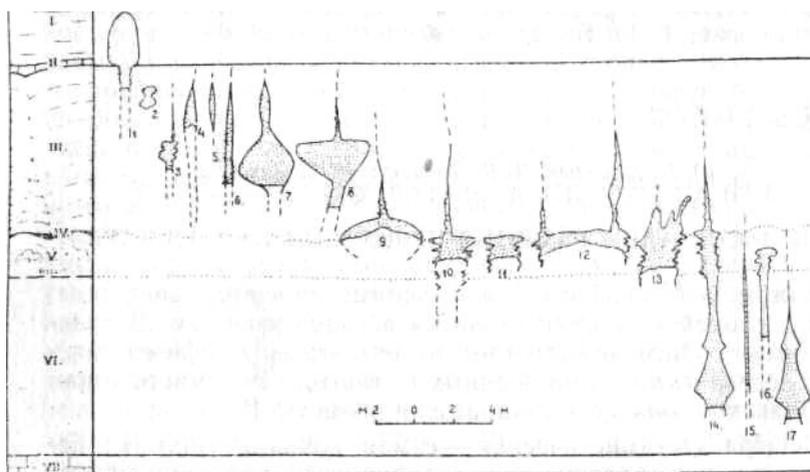


Рис. 1. Распределение типичных форм поперечных сечении ходов пещеры Оптимистическая в литологическом разрезе: I — надгипсовая мергелисто-глинистая толща; II — хомогенные известняки; III — гипсы гигантокристаллической структуры; IV — прослой бентонитовых глин; V — пачка переслаивания мелкозернистых и гигантокристаллических гипсов; VI — гипсы мелкозернистые; VII — известняки оолитовые

потоков. Средняя часть разреза гипсов характеризуется слоистостью, структурной перестройкой (снизу вверх) от мелко- до гигантокристаллических гипсов. Здесь развиты ходы в основном прямоугольного сечения, кровля которых обычно контролируется выдержанным глинистым прослоем. В нижней части гипсовой толщи, где преобладают мелкокристаллические гипсы, распространены ходы с ромбовидным, треугольным сечением, часто щелевидным в верхней части. Ходы разных ярусов обычно развиты независимо друг от друга, но иногда, при наличии сквозных иницирующих трещин,

возникают ходы со сложной морфологией, пронизывающие всю карстующуюся толщу. Непосредственный выход полости в залегающие под гипсами породы зафиксировать не удастся ввиду наличия сплошного чехла покрывающих глинистых отложений, однако можно предположить, что подошва полости в нижней части гипсов контролируется кровлей подстилающих отложений, как это установлено для других пещер региона [2, 3].

Исходя из сказанного ходы различных ярусов гипсовой толщи представляют собой систему, сформировавшуюся на одном этапе в одинаковых гидродинамических условиях — при полном насыщении гипсовой толщи подземными водами, что предполагает их напорный характер. Об этом свидетельствует широкое распространение на всех ярусах таких типично напорных спелеоформ, как слепые восходящие купола и камины, сквозные клюзы в стенах, слепые округлые тупики, фрагменты извилистых русел в потолках ходов, а также непротяженные трубообразные галереи. С учетом нисходящей циркуляции вод (просачивание и стекание по поверхности трещин) и свободного безнапорного перетока вод через карстующуюся толщу образование системы ходов, представляющих собой хорошо развитую разветвленную сеть, не представляется возможным вследствие наличия над гипсами мощной толщи глинистых отложений, непроницаемых для атмосферных осадков. Ярусность системы полостей, таким образом, не связана с этапностью в понижении базиса карстования, она определяется особенностями трещиноватости различных частей гипсовой толщи в вертикальном разрезе, зависящими от литологического фактора. Такой подход обоснован в работе [3].

Помимо перечисленных морфогенетических признаков о наличии свободных медленнотекущих водотоков свидетельствует характер поперечных сечений полостей. Они отличаются субгоризонтальными бороздами и каррами, нишами и другими линейными элементами на поверхности стенок, морфологически выдержанными не только на протяжении одного хода, но и в пределах целых участков пещеры. Так, для районов, заложенных в мелкокристаллических гипсах (Аленушка, Авербах, Озерный), характерны ромбовидные формы поперечного сечения ходов (рис. 1). Стабильность этих форм и строгая выдержанность их отдельных элементов (V-образные ниши и выступы) по горизонтали свидетельствуют о формировании их под воздействием свободных медленнотекущих вод. Значительно реже подобные линейные элементы морфологии имеют наложенные взаимоотношения,

типичные для более позднего этапа в развитии пещеры — этапа свободных потоков.

Выяснению генезиса и истории развития пещерных систем способствует изучение рельефа поверхности осадочного заполнителя ходов. Пол пещеры представляет собой неровную поверхность, максимальное колебание высоты которой, определяемое мощностью и залеганием карстующейся толщи, достигает 15 м. В пределах же обособленных районов пещеры эти перепады не такие значительные — в среднем 1—4 м. Для корреляции рельефа пола в пределах всей пещеры широко использовался метод гидростатического нивелирования по системе пересекающихся профилей. В результате анализа профилей выделено два генетических типа рельефа: реликтовый и наложенный.

Реликтовый рельеф пола представлен фрагментами древней поверхности заиливания пещеры. Эту поверхность удается наблюдать в выдержанных по направлению ходах, а также в пределах отдельных относительно изолированных участков пещеры. Древняя поверхность заиливания обычно ровная, горизонтальная или слабонаклонная. В то же время в местах резкой смены гидродинамики потока отмечены незначительные перепады высот, достигающие 1—2 м. Положительные формы рельефа встречаются в виде порогов и холмов в местах резкого расширения или пересечения ходов, в то время как в местах сужения ходов наблюдаются отрицательные формы рельефа. Как показало гидростатическое нивелирование вдоль длинной и короткой осей пещеры, древняя поверхность заиливания являлась единой для всей пещеры, она характеризовалась общим наклоном в северо-восточном направлении (рис. 2).

Наложенный рельеф представлен аккумулятивными (конусы осыпания и их шлейфы, обвальные отложения) и эрозионными

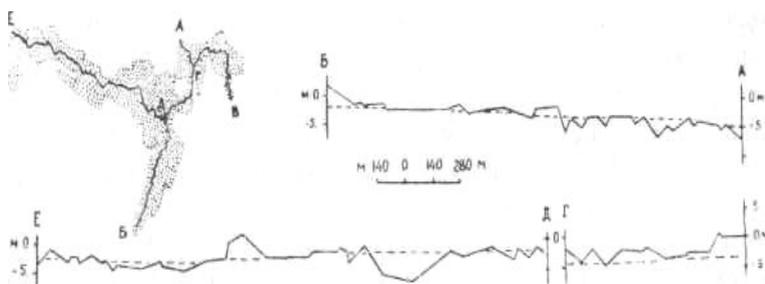


Рис. 2. Профили гидростатического нивелирования пещеры Оптимистическая

(водопоглощающие воронки, поноры и др.) формами. Конусы осыпания наиболее распространены в пещере, особенно в районах, заложенных в верхней части гипсовой толщи. Они формируются непосредственно под каминами, начинающимися от кровли гипсов, а также под отдельными ходами, имеющими выход в перекрывающие отложения. Картирование таких высыпок в восточном районе пещеры позволило оконтурить участки пещеры диаметром свыше 100 м, полностью закупоренные гравитационными отложениями. Грубообломочный материал конусов осыпания покрывает древнюю поверхность заиливания, а иногда перекрывается более молодыми водно-механическими осадками. При переотложении материала конусов осыпания с помощью временных водных потоков возникают шлейфы грубообломочных отложений, простирающиеся по лабиринту пещеры на 100—150 м от питающих конусов. Шлейфы образуют пологие неровные поверхности, перепады высот которых не превышают 3 м.

Рельеф обвальных отложений представляет собой трудно преодолимые завалы гипсовых глыб, размеры их иногда достигают 18×7×5 м. Эрозионные формы наложенного рельефа представлены водопоглощающими воронками и понорами. Их диаметр колеблется от 0,5 до 3—4 м при глубине до 3 м. Из современных эрозионных форм отмечены русловые врезы в глинистом заполнителе пещеры шириной до 1—1,5 м и глубиной до 0,6 м. Особенно часто такие формы рельефа встречаются в районах, периодически затопляемых временными водами (Привходовой, Свежая вода).

В глинистом заполнителе полостей, заложенных в верхней части разреза гипсов, нередко наблюдаются вертикальные уступы высотой до 1,5—1,7 м, вызванные просадками и провалами этого заполнителя. Поверхности смещения представлены многочисленными зеркалами скольжения. В районе галереи Циклоп они имеют северо-западное простирание, что указывает на наличие магистральных спелеоформ северо-западного направления, заложенных в более низком ярусе пещеры.

Таким образом, на основании приведенных данных устанавливается последовательность смены условий спелеогенеза для пещеры Оптимистическая. В ее формировании можно выделить три основных этапа: напорной циркуляции вод, свободных потоков и «сухого» развития. На первом этапе весь массив карстующихся пород был заполнен напорными водами и находился значительно ниже уровня зеркала грунтовых вод и эрозионных врезов палеорек. На этом этапе произошло вовлечение в спелеогенез большинства иницирующих

трещин на всех уровнях гипсовой толщи и формирование разветвленной пещерной системы. Аккумуляция терригенного материала была незначительной.

Второй этап охватывает период постепенного осушения (выхода из-под зеркала грунтовых вод) гипсовой толщи и вскрытия ее речными долинами. На этой этапе происходило дальнейшее моделирование спелеоформ пещеры и формирование древней поверхности заиливания.

Третий этап развития пещеры, продолжающийся и в настоящее время, фиксирует положение гипсовой толщи в виде глубоко дренированных балочной и речной сетью разобщенных массивов. На этом этапе пещера неоднократно поглощала временные водные потоки через поноры, причем на различных участках в разное время и в разных объемах. В наибольшей мере и довольно часто подтапливаются районы, прилегающие к пещерной балке (Привходовой, Свежая вода). За быстрым подтоплением следует быстрый сброс воды в нижележащие горизонты. В этих условиях формируются наиболее поздние спелеоформы — нисходящие камины, поноры в днищах ходов и т. п. Внутри возникшей полости активизируются гравитационные процессы (формирование конусов осыпания и др.), что приводит к расчленению пещеры на отдельные участки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демедюк Ю. Н. Связь морфологии ходов пещеры Оптимистическая с литологией карстующихся пород // Физ. география и геоморфология. Киев, 1982. Т. 28 (Вып. 28). С. 130—135.
2. Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины. Киев, 1980. 180 с.
3. Климчук А. Б., Рогожников В. Я. Сопряженный анализ истории формирования пещерной системы (на примере пещеры Атлантида). Киев, 1982. 56 с.

УДК 551.44

Е. П. Дорофеев

Кунгурский стационар УрО АН СССР ЭВОЛЮЦИЯ ОЛЕДЕНЕНИЯ КУНГУРСКОЙ ПЕЩЕРЫ

Еще в первых описаниях Кунгурской пещеры, появившихся свыше 250 лет назад, отмечался изменчивый характер ее подземных льдов, периодически перекрывавших входное отверстие. Несмотря на кратковременные и нерегулярные метеорологические наблюдения, издавна сложилось верное представление о накоплении зимнего холода в

пещере. Колебания в оледенении связывались с климатическими изменениями.

С 1952 г., когда для изучения пещеры был создан научно-исследовательский стационар, началась круглогодичная регистрация температуры, влажности, направления и скорости воздушных потоков. Верность теории накопления зимнего холода была подтверждена путем определения баланса теплообмена подземной и наружной атмосферы. Обоснована неизбежность возникновения температурных аномалий на входе воздушного потока [6]. При этом обнаружилась сложность эволюции пещерных льдов, для объяснения которой недостаточно было учитывать влияние внешних климатических изменений. Оказалось, что оледенение в такой же мере обусловлено степенью раскрытия воздухопроводящих каналов, меняющейся в ходе эволюции, а с началом эксплуатации пещеры определяющим стал фактор антропогенного воздействия [3].

Кунгурская ледяная пещера отличается красотой и разнообразием ледяных образований. В ней можно встретить почти все разновидности льдов пещер, выделяемые согласно известным классификациям [2, 7]. Наблюдения показывают, что льды находятся в непрерывном развитии. Процессы роста, изменения форм кристаллов, испарения, таяния, течения не только чередуются во времени, часто они происходят одновременно на близко расположенных участках с разными микроклиматическими условиями. Совокупность изменений ледяных образований определяет общее направление сезонноритмических колебаний и многолетнего развития оледенения пещеры.

Особенности развития оледенения можно выявить, анализируя многочисленные описания Кунгурской пещеры, составленные в разные годы. При этом обнаружено чередование периодов распространения льдов и периодов их деградации. Максимальное охлаждение пещеры отмечено во второй половине XVIII в., когда в 1770 г. многолетние льды были встречены в районе Метеорного грота [5].

Оледенение распространилось внезапно в 20—30-е гг. XVIII в. До этого времени ни на плане С. У. Ремезова (1703), ни в описании пещеры В. Н. Татищевым (1720—1723) ледяные образования не отображены [4, 8]. Зато преемник В. Н. Татищева на посту начальника Уральских и Сибирских горных заводов В. И. Геннин (1722—1734) при характеристике пещеры главное внимание уделил подземному холоду и удивительным ледяным образованиям, указывая на «студеный ветер, дующий из пещеры», «иней, висящий с потолка курioзными видами на поляршина», «великие пирамиды изо

льду», заплывшие льдом, ставшие непроходимыми ответвления пещеры. Нельзя ограничиться предположением, что предыдущие исследователи «забыли» про льды. Вероятно, они были, но в таком количестве и формах, что не привлекали внимания.

Причину развития оледенения можно отыскать, ознакомившись с замечанием В. Н. Татищева: «...В бытность мою учинился над оной на поле великой провал, и когда внутрь оной посылал осматривать, то явилось, что оное обвалилось в ту пещеру и один проход засыпало...» [8, 4].

Самыми нестабильными элементами воздухопроводящей системы, какой является пещера, оказываются приустьевая часть, где идет накопление льда, а также верхние окончания вертикальных расщелин и каналов, куда сползает рыхлый грунт, увлажняющийся талой водой и конденсационной влагой. Если вход время от времени расчищали ото льда и глыб, то вертикальные каналы всегда ограничивали активную циркуляцию воздуха. Лишь чрезвычайно редкое событие в истории пещеры — провал, сопровождающийся возникновением нового вертикального канала, резко меняет условия: многократно возрастает интенсивность воздухообмена и зимнего накопления холода.

Холодный режим Кунгурской пещеры сохранялся до первой четверти XIX в., затем началось потепление.

Быстрое охлаждение подземной полости рождает антагонистические процессы, тормозящие циркуляцию. Из-за скопления льда уменьшается сечение ходов, иногда он перекрывает их полностью; конденсация влаги способствует нисходящему перемещению грунта, закрывающего верхние части вертикальных каналов. В развитии пещеры были периоды, когда вход заполнялся щебнем и льдом на длительный срок. Без ежегодного пополнения запасов холода степень оледенения уменьшалась.

В начале XX в. естественный режим был нарушен устройством входной двери. Накопление холода стало зависеть от того, на какое время открывалась дверь для зимней вентиляции. Еще более нарушил круговорот воздуха входной тоннель в Бриллиантовый грот, построенный в 1937 г. Поток морозного воздуха, поступающий через него в зимний период, препятствует росту сублимационных ледяных кристаллов. Поэтому до недавнего времени запас холода по-прежнему пополнялся через старый вход, который открывался на зиму и закрывался летом.

В 1983 г. при обрушении неустойчивых глыб со скалы входное отверстие было засыпано и находящийся за ним узкий участок заполнился льдом до свода. Чтобы в какой-то

мере охлаждать пещеру, в последние годы пришлось, несмотря на отрицательное воздействие на ледяные кристаллы, открывать в морозы двери входного тоннеля. Зимой 1985/1986 г. они оставались незакрытыми 11 ночей. Двери выходного тоннеля из грота Вышка открывались всего несколько раз, хотя поток холодного воздуха здесь не нарушал условий сублимации. Недостаток холода сказался на ледяном убранстве пещеры. С каждым годом беднеет наряд Бриллиантового и Полярного гротов, меньше стало сталактитов и сталагмитов в гротах Крестовый, Руины, Вышка. Зимой 1986 г. на сводах грота Вышка впервые с 1972 г., когда был построен тоннель, не появились ледяные кристаллы, повысились среднегодовая и максимальная температуры (таблица), сократились зоны сезонной и многолетнего оледенения.

Зимняя изотерма 0° , отражающая границу распространения льда, переместилась на 100 м ближе к выходу, из грота Скульптурный в южную часть грота Руины. Потепление пещеры не прекращается, хотя количество экскурсантов уменьшилось в 1985 г. до 139 тыс. по сравнению с максимальным (201 тыс. человек в 1980 г.).

Изменение среднегодовой и максимальной температуры в Кунгурской пещере, $^{\circ}\text{C}$

Грот	Расстояние от входа, м	1976 г.		1981 г.		1985 г.	
		t° ср.	t° макс.	t° ср.	t° макс.	t° ср.	t° макс.
Бриллиантовый	40	-5,7	-0,4	-2,7	-0,3	-2,6	0,1
Скульптурный	350	3,0	3,4	3,1	4,0	3,6	4,4
Дружбы народов	800	5,0	5,1	5,1	5,2	5,3	5,4

Неблагоприятные изменения произошли и на другом конце воздухопроводящей системы. В настоящее время почти все вертикальные каналы над глубинной частью пещеры оказались непроницаемы для восходящих теплых потоков воздуха. В зимний период незначительные струи воздуха выходят на поверхность в воронках над гротами Эфирный и Мокрая Кочка. Область интенсивной циркуляции ограничивается первыми гротами и расщелинами в склоне Ледяной горы над ними, из которых наподобие гейзеров, в морозные дни поднимаются столбы «пара».

Причиной нарушения условий роста сублимационных кристаллов

обычно считали антропогенное воздействие: проходку тоннеля, массовое посещение, недостаточную вентиляцию. При этом упускали из виду главное — естественное заполнение льдом ходов, по которым осуществлялся зимний круговорот воздуха, обеспечивающий поступление влаги к местам сублимации. В случае вентиляции пещеры через естественный вход направление основной струи морозного воздуха способствовало возникновению в гротах Бриллиантовый и Полярный зон разрежения. В них с северо-востока из неразведанных полостей через узкий лаз Телячий ходок поступал увлажненный и согревшийся воздух, обеспечивая рост сублимационных кристаллов. В Телячем ходке ежегодно намерзал лед, опадали со свода кристаллы, пока в 1974 г. лаз не оказался перекрытым. В результате круговорот воздуха прекратился и значительно уменьшилось количество кристаллов.

В 1976 г. Телячий ходок вновь расчистили, но обнаружилось, что интенсивность потока увлажненного воздуха многократно уменьшилась. Очевидно, пока существовал круговорот, канал оставался открытым, поскольку поступающий воздух способствовал испарению льда. Для восстановления условий кристаллизации необходимо расчистить канал вплоть до места его сужения. Из-за скопления льда нарушился круговорот воздуха через Скандинавский грот, вследствие чего исчезли ледяные кристаллы на своде между гротами Полярный и Данте.

Естественные процессы заполнения льдом проходов препятствуют кристаллизации, что влечет за собой утрату главных достопримечательностей пещеры. Поэтому в условиях массового посещения пещеры охрана ее должна заключаться не столько в защите от антропогенного воздействия, сколько в создании и поддержании обстановки, благоприятной для формирования разнообразных пещерных льдов, а также продления срока их существования, что особенно важно в летний период, когда число экскурсантов увеличивается в несколько раз.

Задача восстановления холодного режима пещеры была бы решена, если бы был расчищен старый вход и один из вертикальных каналов над ее глубинной частью. Первая работа является первоочередной. Расчистка же 60-метровой вертикальной органной трубы, заполненной сырой глиной со щебнем и глыбами невозможна. Поэтому предлагается устроить искусственный вентиляционный канал, пробуравив 1—2 скважины диаметром 30—50 см и глубиной 75 м над гротом Дружбы народов, на равном удалении от входа и выхода.

Для восстановления условий роста сублимационных кристаллов необходимы расчистка путей подтока увлажненного

воздуха к участкам кристаллизации, удаление скопившегося льда под кристаллами в Бриллиантовом гроте, создание «зон разрежения» на участках с отрицательными зимними температурами, способствующих круговороту. Кроме того, следует упорядочить процесс посещения пещеры, не допуская температурных перегрузок в период, когда прибывают экскурсионные поезда. В дни массового посещения температура воздуха в Бриллиантовом гроте повышается на 1 °С. Среднесуточная температура (—1°С) в этом гроте устанавливается обычно в начале июня. С этого момента периодический подъем температуры выше 0° сопровождается таянием ледяных кристаллов. Увеличение продолжительности стоянки экскурсионных поездов и числа экскурсоводов позволяет продлить рабочий день, сделать нагрузку более равномерной. Количество экскурсантов не должно превышать 1500 человек в сутки, каждая группа может включать не более 30 человек, интервал посещения не должен быть менее 15—20 мин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геннин В. И. Описание Уральских и Сибирских горных заводов. М., 1937.
2. Дмитриев В. Е. Оледенение пещер как часть гляциосферы Земли // Карст Дальнего Востока и Сибири. Владивосток, 1970. С. 130—145.
3. Дорофеев Е. П. Изменение температурного режима Кунгурской пещеры в период ее эксплуатации и мероприятия по сохранению ледяных образований // Исследование карстовых пещер в целях использования их в качестве экскурсионных объектов: Тез. докл. Всесоюзного совещания в Сухуми. Тбилиси, 1978. С. 117—118.
4. Иванов А. Н. Исследование карстовых явлений в России в первой половине XVIII века // Учен. зап./Ярослав. пед. ин-т. Ярославль, 1958. Вып. XX, ч. 2. С. 167—195.
5. Лепехин И. И. Продолжение дневных записок по разным провинциям Российского государства в 1770 г. Спб., 1772. Ч. 2.
6. Лукин В. С. Температурные аномалии в пещерах Предуралья и критический анализ теорий подземного холода//Пещеры. Пермь, 1965. Вып. 5 (6). С. 164—172.
7. Максимович Г. А. Классификация льдов пещер // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1945. Т. 9, № 5—6. С. 565—570.
8. Татищев В. Н. Избранные произведения. Л., 1979. С. 40—41.

УДК 551.44

И. К. Кудряшов, А. И. Кудряшов
Башкирский университет, Институт геологии БФ АН СССР
ПЕЩЕРЫ ГИПСОВОГО КАРСТА БАШКИРИИ

Карстовые пещеры в гипсах на территории Башкирии упоминаются И. И. Лепехиным, П. С. Палласом, Н. П. Рычковым в 1769—1770 гг. Они посетили пещеры Курманаевские — на р. Аургаза, Икские — на р. Ик близ сел Московка и Максютово



Туймазинского района, Благовещенские — на р. Белой в окрестностях г. Благовещенска и в пределах г. Уфы. В последующие два столетия пещеры изучались многими краеведами, натуралистами и учеными [3].

На 1 января 1986 г. в толщах сульфатных пород Башкирии обнаружено 36 пещер длиной от 10 до более 800 м, или более 7% общего количества всех пещер (рис.). Общая длина 36 пещер равна 4601 м (см. табл.).

Широко распространены мелкие пещеры в зоне интенсивного выветривания. Много встречается вертикальных полостей в виде естественных колодцев и относительно неглубоких шахт. Обнаружены также арки и природные мосты, несомненно представляющие собой остатки былых пещер, а также подземные русла карстовых речек.

Пещеры гипсового карста распространены в западной, платформенной, части Башкирии. Они связаны с гипсо-ангидритовой пачкой иренской свиты кунгурского яруса [1, 2 4] Сульфатные отложения кунгурского яруса развиты западнее передовых складок Южного Урала, исключая северо-западную часть территории республики. Гипсы выходят на поверхность полосой к северу и югу от горсто-надвигового комплекса Каратау в Юрюзано-Айскую, Симско-Бельскую и Больше-Икскую впадины Предуральяского краевого прогиба. Широкие полосы выхода карстующихся гипсов простираются также от Каратау к юго-западу по междуречьям Уфы и Сима,

Белой и Уршака, Уфы и Белой, в пределах западной окраины Башкирского свода, восточного и южного бортов Бирской седловины, восточного склона Русской платформы. Относительно небольшие выходы гипсов отмечены в районе городов Туймазы и Октябрьского — на Татарском своде и в Больше-Икской впадине Предуральяского краевого прогиба по рекам Большой Ик, Иняк и Иртыбук [7].

Протяженность гипсовых пещер Башкирии, м

Пещера	Протяженность
Большая Ишеевская	1002
Большая Курманаевская	850
Куэшта	800
Благовещенская	300
Ледяная	300
Карламанская	270
Крясь-Тишек	173
Курманаевская-II	157
Водяная	152
Охлебининская	146
Чертова Бездна	130
Новая	120
Холодильник	101
Курманаевская-III	100

Гипсы кунгурского яруса представлены преимущественно белыми и светло-серыми, зернистыми разностями. Высокая степень трещиноватости характерна для верхних частей толщ гипсов. С глубиной трещиноватость уменьшается. Общая мощность гипсо-ангидритовой пачки достигает 350—400 м. Гипсы залегают в пределах пологих структур II, III и меньших порядков. В пластах гипса наблюдается складчатость и трещиноватость, относящаяся к экзотектонике. Дифференцированные молодые движения земной коры [9] обусловили поднятие массивов гипса на одних участках и погружение — на других и, отчасти, горизонтальные перемещения.

Пещеры распределены в карстово-спелеогенетических районах Башкирии [7] следующим образом: в Юрюзано-Айском — 1, Симско-Бельском — 8, Икско-Юшатырском — 1, Рязаново-Охлебининском — 14, Уфимско-Благовещенском — 9, Туймазинском — 3. Пещеры образовались в гидродинамических зонах вертикальной нисходящей циркуляции, подзоне

висячих вод и зоне горизонтальной циркуляции. Абсолютное большинство их развивалось в высоких скальных бортах речных долин и суходолов, в склонах логов, в меньшей мере — на междуречьях, в местах поглощения поверхностных водотоков, днищах больших карстовых воронок и котловин.

Одни пещеры состоят из одного линейно вытянутого хода, грота, зала или колодца. Другие имеют боковые ответвления, расширения и сужения ходов, подъемы и снижения потолков. Третьи представляют собой сеть проходов, нередко расположенных на разных уровнях и соединенных вертикальными лазами и шахтами. Морфологические элементы пещер, например, коридоры, многократно меняют форму своего сечения и профиля, размеры, направление, иногда они раздваиваются и ветвятся (Куэшта, Курманаевские, Большая Ишеевская и др.). В стенах пещер нередко встречаются ниши, террасы, козырьки, навесы, а на потолках — гнезда, конусовидные углубления, окна, соединяющие пещеру с поверхностью [4, 5, 6]. В результате растворения и размыва, физического выветривания, гравитационных процессов на потолке стен отслаиваются концентрические пласты, образуя сколы, смещаются блоки. На полу нагромождаются глыбовые завалы.

Для полного восприятия морфологического образа пещер приходится рассматривать их очертания в плане и профиле, учитывать уровни расположения составляющих их элементов, вертикальные и горизонтальные углы простирания ходов, пункты расхождения и соединения горизонтальных, наклонных и вертикальных проходов.

По ориентированности к горизонтали и вертикали пещеры распределяются следующим образом: горизонтальные — 16, наклонно-горизонтальные — 4, наклонные — 11, вертикально-наклонные — 2, вертикальные — 3. Учет плановых очертаний позволяет выделить прямолинейные (6), извилистые (4), ломано-изогнутые (8), перпендикулярные (10), ветвящиеся (6), таблитчатые (2) пещеры. По сочетанию спелеоскульптурных элементов различают галерейные или коридорные (3), залово-коридорные (2), коридорно-тоннельные (6), тоннельные (15), гротово-щелевые (3) и щелевые (7) пещеры.

В гипсовых пещерах встречаются остаточные и водно-механические глины, пески, гравий, галька, для них характерны глыбово-обломочные скопления. В сезонно затопляемых пещерах (Охлебининская, Благовещенские, Куэшта, Курманаевские и др.) накапливаются кольматационные осадки. Поглощаемые пещерами потоки приносят в них всевозможный органический материал. В пещерах, расположенных вблизи населенных пунктов, обнаружены скопления костей

животных и птиц. Изредка в полостях встречаются друзы гипса.

Температурный, водный и воздуходинамический режим пещер обусловлен глубиной расположения, морфологией полостей, влиянием наземных явлений. Например, в пещере Куэшта (800 м) вблизи входных отверстий зимой появляются лед на ручье и проточных озерах, большие ледяные сосули и столбы, покровный лед на полу, потолок и стены покрываются инеем, возникают ледопады. В дальних отделах пещеры зимой температура воздуха падает до 4, а воды в ручье — до 2°C. В летнее время внутренний воздух прогревается до 10, а вода — до 5°C. Отмечены движение воздуха и обмен его с наружным. Влажность воздуха зависит от сезона, интенсивности обмена с наземным воздухом и расхода воды в пещерном ручье.

Пещеры в гипсах, хотя и расположены в наиболее обжитых и сельскохозяйственно освоенных районах Башкирии, но недостаточно используются. Лишь некоторые из них временно служат в качестве холодильников.

В связи с ростом посещаемости пещер туристами возникает проблема их охраны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вахрушев Г. В. Распространение и условия образования карстовых пещер в Башкирии // Состояние и задачи охраны природы в Башкирии. Уфа, 1960. С. 122—144.
2. Вахрушев Г. В. Распространение и условия образования карста в Башкирии // Новости карстоведения и спелеологии. М., 1961. № 2. С. 12—24.
3. Кудряшов И. К. Гипсовый карст Западной Башкирии // Новости карстоведения и спелеологии. М., 1959. № 2. С. 25—29.
4. Кудряшов И. К. Карстовые пещеры Башкирии — ценные памятники природы // Состояние и задачи охраны природы в Башкирии. Уфа, 1960. С. 145—160.
5. Лобанов Ю. Е. Пещеры Урала. М., 1971. 143 с.
6. Лобанов Ю. Е. Уральские пещеры. Свердловск, 1979. 170 с.
7. Мартин В. И. Карст // Гидрогеология СССР. М., 1972. Т. 15. С. 77—91.
8. Мартин В. И., Лерман Б. И. Особенности распространения современного и древнего карста Башкирии и его районирование // Карст Южного Урала и Приуралья. Уфа, 1978. С. 59—67.
9. Рождественский А. П. Новейшая тектоника и развитие рельефа Южного Приуралья. М., 1971. 302 с.

УДК 551.442. (470.11)

В. Н. Малков, Ю. И. Николаев, В. Ф. Лускань

ПГО Архангельскгеология

ТИПЫ ГИПСОВЫХ ПЕЩЕР ПИНЕЖЬЯ

В Архангельской области Пинежье отличается наибольшей площадью закарстованности, а также сосредоточенностью карстовых полостей (рис. 1). Оно охватывает бассейны верхнего течения р. Кулой и нижнего течения р. Пинега. Гипсовый карст связан с лагунной и лагунно-красноцветной формациями пермской системы. Нижняя формация представлена сакмарскими гипсами и ангидритами, образующими соткинскую свиту. Около 98% известных полостей заложено в этой свите. Верхняя формация сложена огипсованными красноцветами и алеврористо-песчанистыми гипсами, залегающими в нижней части вихтовской свиты. Свита имеет уфимский возраст.

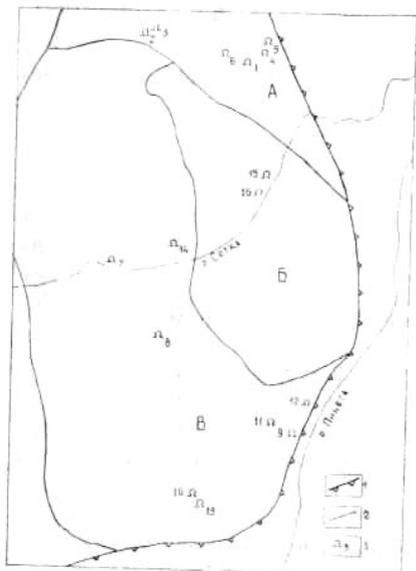


Рис. 1. Схема расположения пещер: границы: 1 — Кулойской возвышенности, 2 — карстовых районов; районы: А — Белореченский, Б — Красногорский, В — Соткинский; пещеры: 1 — Олимпийская, 2 — Золотой Ключик, 3 — Симфония... и др.



Рис. 2. Пещеры различной плановой структуры: а — линейной — Пехоровская, б — линейно-решетчатой — Цереева, в — лабиринтно-решетчатой и площадной — Симфония

С 1966 г. подземные карстовые формы Пинежья активно изучаются спелеологами и геологами. Результаты восьмилетних исследований представлены в сборнике ленинградских спелеологов [5]. В дальнейшем изучение подземного карста проводилось в нескольких направлениях [2, 3]. Итоги последнего периода исследований, отличающегося широким территориальным охватом и комплексным детальным обследованием подземных форм, в литературе еще не отражены. В первую очередь это относится к карстолого-географическим характеристикам спелеообъектов.

Новые представления об условиях и закономерностях развития карстовых явлений обобщены при карстово-спелеологическом районировании, выполненном нами на геоморфолого-неотектонической основе [4]. Территория Пинежья входит в состав четырех карстовых областей третьего порядка: Кулойской возвышенности, Нижнепинежской равнины, Охтомской возвышенности, Верхнекулойской равнины. Пещеры обнаружены в каждой карстовой области. В настоящей статье рассматриваются пещеры Кулойской возвышенности, характеризующейся наибольшей степенью развития подземного карста. Карстовые полости пещер других областей предполагается рассмотреть в дальнейшем. Сейчас на Пинежье открыто 295 пещер, из них картировано 179 общей длиной более 97 км.

Кулойская возвышенность занимает юго-восточную часть Беломорско-Кулойского плато. Пещеры широко распространены на территории Белореченского, Соткинского, Красногорского карстовых районов. Белореченский район сложен сульфатами соткинской свиты. В Соткинском районе развиты соткинские сульфаты и вихтовские красноцветы. В геологическом строении Красногорского района помимо этих двух формаций участвуют терригенные и карбонатные породы казанского яруса. Массивы Красногорского района и отдельные участки Белореченского и Соткинского районов бронированы доломитами и доломитизированными известняками кулогорской свиты. Эрозионно-денудационная сеть Кулойской возвышенности имеет различную густоту, глубина вреза составляет 15—40 м. Красногорский район отличается наибольшей плотностью сети, а врез ее достигает 60 м. Абсолютные высоты рельефа на участках с умеренной амплитудой новейших поднятий составляют 70—100 м, на участках со значительной амплитудой (северная часть Соткинского района, Красногорский район) — 160—170 м.

На рассматриваемой территории (по данным на 1 октября 1986 г.) обнаружено 133 полости длиной свыше 10 м, в

том числе 59 — спелеологами Ленинграда (ЛСС), 73 — геологами карстового отряда ПГО Архангельскгеология (КО), 1 — спелеологами Архангельска (АСС). Картировано 97 пещер общей протяженностью 59,67 км, в том числе 47,65 км — по материалам КО; 10,43 км — ЛСС; 1,59 км — АСС. Длина пятнадцати пещер превысила 1,0 км (табл.). Наиболее крупными пещерами являются Конституционная (6,13 км), Олимпийская (5,5), Кумичевская (4,52), Золотой Ключик (4,38), Симфония (3,24), Пехоровская (3,18), Ломоносовская (3,12).

**Морфометрические показатели
крупных пещер Кулойской возвышенности
(по данным на 1 октября 1986 г.)**

Район	Пещера	Длина, тыс. м	Площадь, тыс. м ²	Объем, тыс. м ³	Показатель Корбеля	Примечание
Белореченский	Олимпийская	5,50	45,56	88,6	16,5	Данные КО
	Золотой Ключик	4,38	5,62	14,1	0,56	—»—
	Симфония	3,24	6,12	9,66	0,6	—»—
	Ломоносовская	3,12	28,91	63,0	8,5	—»—
	ЖВ-53	1,15	9,56	11,9	0,68	—»—
	ЖВ-1,2	1,11	4,47	7,5	0,25	—»—
Соткинский	Конституционная	6,13	25,9	32,8	28,1	Данные КО и ЛСС
	Кумичевская	4,52	52,32	19,74	26,5	Данные КО
	Пехоровская	3,18	19,13	27,9	7,5	Данные КО и АСС
	Пехоровский Провал	2,26	16,73	23,3	6,0	Данные КО
	Голубинский Провал	1,60	5,22	8,2	1,3	—»—
	Им. ГО СССР Громковка	2,15 1,1	12,96 —	39,4 —	1,4 —	Данные ЛСС —»—
Красно- горский	Ленинградская	2,9*	23,22	73,00	17,3	Данные КО и ЛСС
	Имени десятилетия ЛСС	2,45*	16,40	—	16,5	—»—

*Первоначальные данные, приведенные в литературе, завышены: Ленинградская — 3,4 [1, 2, 5]; Имени десятилетия ЛСС — 2,6 [1, 2].

Морфологическое строение пещер анализируется через плановую структуру и ярусность. Более половины пещер имеют относительно простое линейное строение, остальные полости (в том числе большинство крупных) — сложное ветвистое, нередко они содержат участки лабиринтов. В вертикальном разрезе амплитуда полостей, как правило, превышает 4—6 м, иногда она достигает 25—30 м. Число ярусов составляет 1—4. Преобладают одно-двухъярусные пещеры с амплитудой до 10—12 м. Пещеры с различной плановой структурой приведены на рис. 2.

Водоносность пещер определяется их приуроченностью к гидродинамическим зонам. Около 85% пещер постоянно обводнено и расположено в зонах горизонтальной и в той или иной степени вскрытой сифонной циркуляции. Пещерная гидрография весьма разнообразна. Наряду с обычными водотоками и озерами представлены озерные бассейны (системы водоемов с глубинной и латеральной гидравлической связью), сифонные колена и котлы, напорные каналы, грифоны, вазории (гидрогеологические окна в зону полного насыщения). Достопримечательностью пещер являются водопады, которые в пещерах других спелеологических областей Русской равнины не обнаружены. Для Кулойской возвышенности характерно объединение пещерных объектов в спелеогидрогеологические системы длиной от 4 до 10 км.

Вторичные образования представлены всеми известными генетическими типами. Преобладающее развитие получили водно-механические отложения позднеголоценового и современного возраста. Наряду с ними отмечены раннеголоценовые отложения и палеокарстовый заполнитель. В ряде спелеообъектов обнаружены натечные кальцитовые и арагонитовые формы.

Спелеоморфогенез обусловлен воздействием современной и древней морфолого-гидрогеологических обстановок, степенью их наложения и унаследованности.

В современных условиях образованы полости зоны аэрации — под влиянием нисходящей и паводковой коррозии, а также коррозионно-эрозионные полости зоны горизонтальной циркуляции, поглощающие сток из молодой эрозионной сети. Они составляют 15% общего количества подземных форм. Столько же полостей вскрыто в результате денудации и находится в стадии разрушения. Рельеф основной массы пещер заложен в позднем плейстоцене в эпоху материкового оледенения и продолжает развиваться в современной обстановке. Пещеры, сохранившие значительный уровень обводнения, образованы преимущественно коррозионным путем. Пещеры, в различной степени осушенные, характеризуются

сочетанием участков растворения и размыва. В целом на Кулойской возвышенности коррозийный генезис имеют около 30% полостей, а коррозийно-эрозионный — 60%. Преобладание спелеоформ второй генетической группы над первой сохраняется в Соткинском и Красногорском карстовых районах. В Белореченском районе большинство пещер являются коррозийными. В нем фиксируется процесс перехода коррозийных и коррозийно-эрозионных пещер зоны полного насыщения в вадозные осушенные пещеры. Такой процесс происходил и в других карстовых районах, поскольку во многих полостях установлены элементы мезо- и микрорельефа, образованные в условиях фреатики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Глубочайшие и длиннейшие пещеры в гипсах//Пещеры. Пермь, 1981. С. 127—128.
2. Малков В. Н., Николаев Ю. И. Состояние изученности гипсовых пещер Пинежского спелеорегиона // Пещеры. Типы и методы исследований. Пермь, 1984. С. 119—120.
3. Малков В. Н., Николаев Ю. И. и др. Хроника и результаты изучения карстовых пещер архангельскими геологами и спелеологами // Роль Архангельска в освоении Севера. Архангельск, 1984. С. 207—208.
4. Малков В. Н., Николаев Ю. И., Кузнецова В. А. Районирование бассейна рек Пинеги и Кулоя по условиям и интенсивности проявления экзогенных геологических процессов // Геология и полезные ископаемые Архангельской области. М., 1986. С. 154—174.
5. Пещеры Пинего-Северодвинской карстовой области. Л., 1974. С. 1—191, 14.

УДК 551.44

В. А. Макухин, П. Ф. Молодкин

Ростовский университет

ГИПСОВЫЕ ПЕЩЕРЫ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Гипсы и ангидриты верхней юры распространены на Северном Кавказе на площади более 50 тыс. км². Мощность их достигает более 1000 м. Выходы верхнеюрских галогенных отложений образовали почти сплошную полосу на протяжении около 600 км вдоль северного склона Кавказского хребта [2].

Наиболее ранние упоминания о гипсовом карсте Кавказа содержатся в работах К. И. Богдановича и И. С. Щукина. Изучением карста региона занимались М. И. Зубашенко, Н. А. Гвоздецкий, П. А. Костин, М. К. Казанбиев, В. А. Макухин и П. Ф. Молодкин и др. Северокавказская область карбонатно-гипсового карста описана К. А. Горбуновой [1]. В последние годы активно исследуют гипсовый

карст Северного Кавказа спелеологические секции Одессы, Краснодара, Черкесска, Ростова-на-Дону, Ставрополя и других городов нашей страны.

Тектонические трещины способствуют карстообразованию не только в гипсах, но и в подстилающих карбонатных отложениях, но главную роль в закарстовании гипсов играют трещины выветривания [3]. Вместе с тектоническими трещинами они обеспечивают формирование разветвленной сети подземных форм карста. На развитие пещер большое влияние оказывают атмосферные осадки, годовое количество которых на рассматриваемой территории изменяется с запада на восток от 800 до 400 мм.

В соответствии с морфогенетическими и литологическими особенностями карста, гидрогеологическими и тектоническими условиями его развития на Северном Кавказе нами выделено три района карбонатно-гипсового карста: Лабино-Зеленчукский, Минераловодский и Малко-Сунженский. В пределах

Таблица 1

Морфометрия пещер Исправненского участка

Пещера	Длина, м	Глубина, м	Площадь, м ²	Объем, м ³
Самородная	435	22	957	2090
Малая Грина	373	17	1044	1711
Большая Грина	193	—	483	1054
Юбилейная	107	—	214	300
Донская	106	16	187	321
Исправненская-4	37	—	59	65

Таблица 2

Морфометрия пещер плато Громатуха

Пещера	Длина, м	Глубина, м	Площадь, м ²	Объем, м ³
Ручейная	192	—	480	1296
Соленая	117	—	735	1777
ПГГ*-6	39	—	86	174
ПГГ-4	38	—	148	266
ПГГ-8	37	8	78	179
ПГГ-2	21	4	69	65
ПГГ-3	19	2	34	37
ПГГ-5	12	9	23	18
ПГГ-1	8	5	16	21

*Пещера гипсовая плато Громатуха.

Таблица 3

Морфометрия пещер Шедокского участка

Пещера	Длина, м	Глубина, м	Площадь, м ²	Объем, м ³
Аммональная	1380	118	4029	12974
Дедова яма	394	—	2124	5736
Провал Шутникова	250	27	450	2183
Ручейная	120	—	276	442
Сифон	62	—	205	552
Крест	50	20	—	—
Камнепадная	50	15	—	—

первого, наиболее изученного, выделяются три карстовых подрайона (участка): Исправненский, Громатухинский и Шедокский [4]. Пещеры в пределах этих участков имеют преимущественно коррозионно-эрозионный генезис. Морфометрическая характеристика пещер Лабино-Зеленчукского карстового района отражена в табл. 1—3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбунова К. А. Карст гипса СССР. Пермь, 1977.
2. Деревягин В. С, Седлецкий В. И. Верхнеюрские соленосные отложения Предкавказья // Литология и полезные ископаемые. М, 1977. Вып. 4.
3. Костин П. А. Карст северного склона Скалистого хребта Лабино-Зеленчукского междуречья (Северный Кавказ)//Изв. вузов. Геология и разведка. 1965. № 9.
4. Макухин В. А., Молодкин П. Ф. Гипсовый карст Северного Кавказа и его районирование//Изв. Северо-Кавказского научного центра высшей школы. Ростов-на-Дону, 1984. Деп. в ВИНТИ, № 1210.

УДК 551.44

А. Г. Филиппов, О. А. Школьник

Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии,
геофизики и минерального сырья
ГЕОЛОГИЯ НОВЫХ ГИПСОВЫХ ПЕЩЕР ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

В последние годы на Сибирской платформе обнаружены новые гипсовые пещеры — Оюсутские на р. Вилюе, Новонукутская в Приангарье.

Оюсутские пещеры расположены в скальном обрыве р. Вилюя. Породы залегают моноклинально, погружаясь под углами 4—6° по азимутам 140—165°. Известны 12 карстовых коррозионных пещер, 1 грот выветривания и 2 сквозные гравитационные

Таблица 1

Морфометрические* показатели Оюсутских пещер

Показатель	Номер пещеры											
	1	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15**
Длина, м	7,0	15,0	24	11,5	26	15	95	13	4,5	18	10	7
Глубина, м	0	2,3	0,7	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0
Амплитуда, м	0,7	2,3	7,6	2,7	1,3	1,4	3,9	0,9	1	2,7	2,6	0,7
Макс. шир., м	0,6	1,2	2,9	4,5	2,4	5,7	4,1	1,1	1,2	2,5	1,1	0,9
Миним. шир., м	0,4	0,3	0,5	0,5	0,3	1,7	0,3	0,3	0,9	0,3	0,4	0,8
Средн. шир., м	0,5	0,95	1,0	1,7	1,2	3,5	1,6	0,7	1,1	1,1	0,8	0,8
Макс. выс., м	0,45	1,6	4,0	2,0	1,0	0,8	2,4	0,9	0,45	2,6	2,3	0,4
Миним. выс., м	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,4	0,4	0,1	0,3
Средн. выс., м	0,3	0,4	1,8	0,5	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	1,0	0,7	0,3
Площадь, м ²	3,7	15	21	19	26	54	101	9	5	20	8	2,1
Объем, м ³	1,1	6	37	7,6	8,4	17	58	2,8	2	10	6,5	0,6
Коэф. Корбеля, n·10 ⁻⁶	13	59	486	135	109	124	1823	17	6	121	29	2
Мидель, м ³ /м	0,15	0,4	1,5	0,6	0,3	1,15	0,6	0,2	0,4	0,55	0,65	0,09

* Морфометрические показатели приводятся на основе работы [3].

** Пещера разрушена обвалом, контуры ее реконструированы по реликтам хода.

пещеры—трещины отседания склонов. В статье рассматриваются лишь полости коррозийного генезиса.

Пещеры развиты в породах верхнего ордовика, преимущественно в пласте белого гипса мощностью 1,7—2 м. Верхние части Оюсутских пещер (4, 5, 9) залегают выше пласта гипса в огипсованных доломитах и тонкослоистой гипс-алевролитовой пачке.

В пещерах преобладают ходы, имеющие северо-восточную ориентировку — от 40 до 70° — с резко выраженным максимумом 60°. Ничтожно малое количество ответвлений основных ходов простирается по азимутам 330, 310 и 270°. Таким образом, полости развивались по простиранию гипсового пласта на пересечении тектонических трещин и трещин напластования. О развитии ходов по напластованию свидетельствует «приплюснутость» поперечных сечений ходов, а контролирующая роль тектонических трещин подтверждается одинаковой ориентировкой ходов и их прямолинейностью.

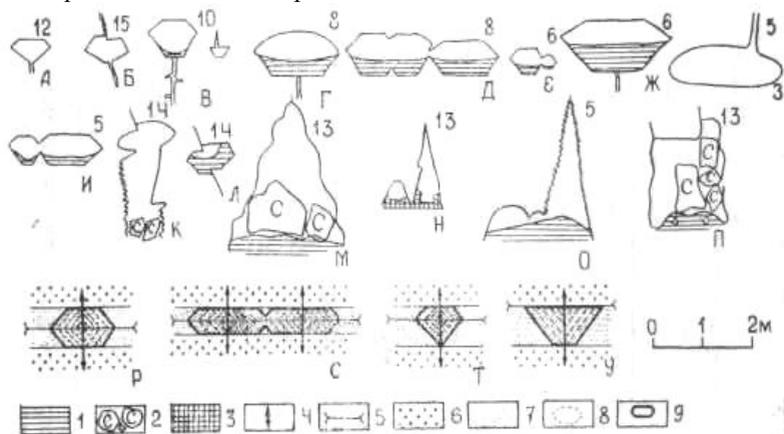


Рис. 1. Поперечные сечения ходов Оюсутских пещер: А — Л — гексагональные, выработанные во фреатической зоне; М — О — треугольные, образованные коррозией паводковых вод Виллоя; П — прямоугольные, на участках обвалов (цифра справа над сечениями обозначает номер пещеры); Р — У — гипотетическая схема образования гексагональных сечений (Р), их комбинаций (С) и сечений других очертаний со сходным механизмом формирования (Т, У).

1 — суглинок; 2 — глыбы; 3 — лед; 4 — трещина тектоническая; 5 — трещина напластования; 6 — крупнозернистый гипс; 7 — мелкозернистый гипс; 8 — промежуточные стадии эволюции сечения; 9 — конечная стадия эволюции сечения

По морфологии пещеры можно разделить на три группы. К первой относятся наиболее простые линейные полости, представляющие собой один ход — канал длиной 7—18 м. Таковы пещеры Оюсутская-1, 3, 10, 12, 15. Размеры их малы: средняя высота потолков составляет 0,3—1,0 м,

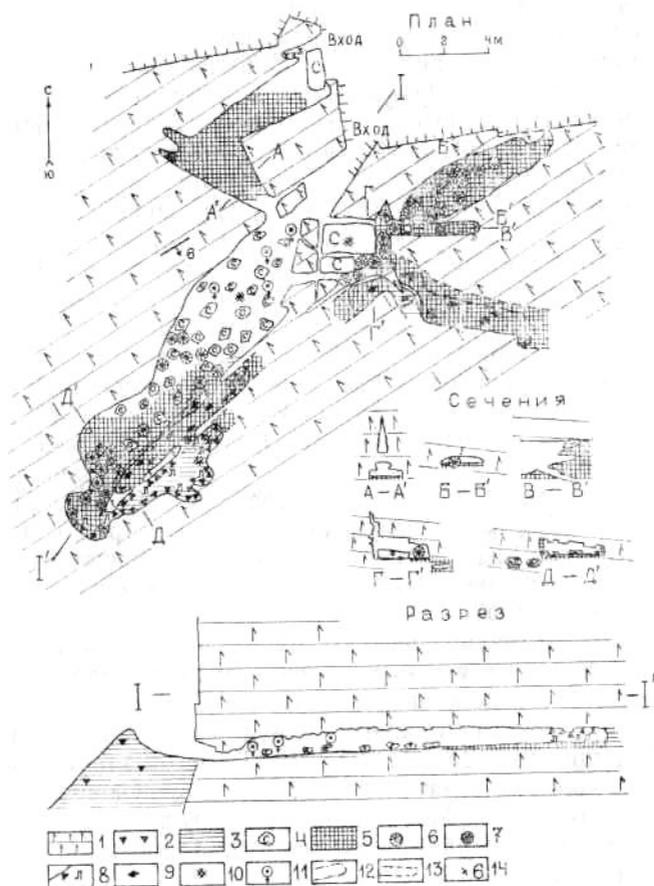


Рис. 2. План, сечения и разрез пещеры Оюсутская-9: 1 — гипс, тонкое переслаивание гипса и огипсованного доломитистого алевролита; 2 — щебень; 3 — суглинок; 4 — глыбы; 5 — лед покровный; 6 — ледяные сталагмиты; 7 — ледяной сталагнат; 8 — атмосферные кристаллы льда; 9 — мучнистый гипс — продукт высаливания льда; 10 — скопления экскрементов мышей-полевков; 11 — капель; 12 — контуры ходов, залегающих под основной полостью; 13 — продолжения ходов, полностью заполненных льдом; 14 — элементы залегания вмещающих пород

ширина ходов — 0,5—1,1 м, площадь — 2,1—20 м², объем — 0,6—10 м³ (табл. 1). В редких случаях ходы пересекаются зияющими трещинами, расширенными коррозией, ширина их достигает 10—15 см (Оюсутская-1, 3). В привходовой части пещеры 10 наблюдается раздвоение канала на основной и сателлитный меньшего сечения (рис. 1В). Форма поперечных сечений пещер этой группы уникальна: имеет вид приплюснутого шестиугольника (рис. 1). В привходовой части гексагональные очертания сглаживаются в результате выветривания, стороны округляются и сечения приобретают овальную форму (рис. 1 Г, 3, К). Следует отметить, что шестиугольные сечения встречаются во всех Оюсутских карстовых пещерах, за исключением 13-й (рис. 1 М, Н). Несколько отличается от других пещера Оюсутская-13 и в плане: ход осложнен боковыми клиновидными тупиками, направленными под острым углом к основному ходу. Расположение их, судя по плану, напоминает оперяющие тектонические трещины, расширенные коррозией.

Ко второй группе отнесены пещеры, образованные соединением ходов разных направлений (пещеры 5, 6 и 8). Для них характерны небольшие размеры (табл. 1), более низкие потолки, более широкие ходы (1,2—3,5 м), большая площадь пола и больший объем. Поперечные сечения ходов часто представляют собой результат «слияния» трех (рис. 1 Д) либо двух (рис. 1 Е, И) шестиугольников. В пещере Оюсутская-5 один из ходов имеет клиновидное сечение, сужающееся кверху (рис. 1 О).

В третью морфологическую группу включены пещеры 4 и 9, отличающиеся преимущественным развитием ходов в перекрывающих гипс-алевролитовых тонкослоистых породах. Эти полости имеют наиболее сложную морфологию (рис. 2), самые большие размеры (табл. 1). Гексагональная форма характерна лишь для части ходов; в пещере Оюсутская-9 на них приходится всего 17% длины. На других участках форма поперечных сечений прямоугольная, клиновидная, неправильная (рис. 2).

Морфометрические показатели Оюсутских пещер в целом свидетельствуют об их небольших размерах: пещеры очень низкие — средняя высота 0,6 м, короткие — средняя длина 20,5 м, но достаточно широкие — 1,3 м. По классификации Г. А. Максимовича, они относятся к небольшим и малым пещерам [2].

В пещерах Оюсутская-1, 3, 4, 5, 6, 8 встречены аллювиальные песчано-алевроито-глинистые отложения, намывные водами Вилюя в паводки. В пещере Оюсутская-5 суглинок на полу разбит трещинами усыхания. В нескольких метрах от

входа пещерный заполнитель заморожен, часто содержит лед либо покрыт им. В пещере Оюсутская-3 льда нет, температура суглинка на глубине 3 см составила 3,8°С при температуре наружного воздуха 25°С.

Таблица 2

Химический состав льда из пещер

Проба	Минерализация, мг/л	рН	Компонент, мг/л						
			Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
Гипсовая пещера Оюсутская-9									
1	1469	7,9	3,22	2,05	17,02	409,21	2,83	1005	61
2	1515	7,75	4,83	1,93	55,93	364,72	2,13	1054	64,05
3	100,5	8,05	1,84	0,83	8,51	22,04	3,4	24,27	79,3
Новонкутская гипсовая пещера									
4	54	6,65	1,15	0,5	4,86	11,22	7,89	13,16	31,72
5	410	7,0	1,15	1,0	9,73	108,21	7,09	268,0	30,0
6	460	6,75	1,38	0,25	—	138,28	5,67	303,0	30,5

Примечание. Проба 1 — сталагмит; 2 — многолетний слоистый лед; 3 — атмосферные кристаллы; 4 — атмосферные кристаллы льда, насыщенные водой, на доломитах в 2 м от входа; 5 — гидрогенный лед «занавесей» в 9 м от входа; 6 — верхняя часть ледяного сталагмита в 18 м от входа (у разветвления ходов)

Таблица 3

Газовый состав воздуха гипсовых пещер, об. %

Проба	O ₂	N ₂	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈
1	20,4	78,78	0,213	0,00015	не обн.	не обн.
2	19,74	79,04	0,83	0,00021	не обн.	не обн.
3	19,82	79,79	не обн.	0,00018	2x10 ⁻⁶	2x10 ⁻⁶
4	21,14	78,34	0,52	не обн.	не обн.	не обн.
5	19,46	80,24	0,30	не обн.	не обн.	не обн.
6	19,94	79,70	0,35	0,004	0,001	0,001

Примечание. Проба 1 — пещера Оюсутская-8, в 8 м от входа; 2 — пещера Оюсутская-9, в 14 м от входа; 3 — пещера та же, в 20 м от входа. Анализы выполнены Н. Н. Поливановой (Иркутский университет) на хроматографе «Цвет-102». Пробы из Новонкутской пещеры: 4 — в 2,5 м от входа; 5 — в 9 м от входа (сечение Д-Д¹ на рис.); 6 — в 20 м от входа (сечение П-П¹ на рис.). Анализы выполнены на хроматографе «Цвет-100» Л. И. Чернышевой (ВостСибНИИГГиМС). Пробы воздуха транспортировались в стеклянных бутылках с гидрозатвором из пересыщенного раствора.

Пещеры заложены в многолетнемерзлых породах, поэтому в большинстве их присутствует лед. Он не обнаружен лишь в пещерах Оюсутская-3, 15, вероятно, лишь вследствие того, что пещерный заполнитель помешал проникнуть вглубь полости. В пещерах преобладают гидрогенные льды-сталагмиты, покровы на стенах, полу. В пещере Оюсутская-9 обнаружен сталагнат (рис. 2). Она же содержит наибольшее количество сталагмитов. Только в районе сечения Г—Г¹ насчитывается 19 сталагмитов. Наибольшим количеством покровного льда на стенах и полу отличаются пещеры 9 и 13. Последняя была почти непроходимой из-за ледяных натеков. Гидрогенный лед покрывает многие участки стен и в пещерах 5, 6, 8, 10. Атмогенные кристаллы льда распространены в пещерах 5, 6, 8, 9, 13. Кристаллы пещеры Оюсутская-9 имеют сульфатно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый состав и минерализацию 100 мг/л. Столь высокая для атмогенных льдов минерализация обусловлена, по-видимому, тем, что при взятии пробы был отобран и гидрогенный лед, покрывающий потолок и являющийся той основой, на которой растут атмогенные кристаллы. Наличием примеси гидрогенного льда объясняется и повышенная концентрация ионов магния и гидрокарбоната, так как льды развиты на потолке, сложенном доломитсодержащими породами. Вода из ледяного сталагмита той же пещеры имеет минерализацию 1,469 г/л и сульфатно-кальциевый состав. Состав воды многолетних слоистых льдов сульфатный магний-кальциевый, минерализация ее 1,5 г/л (табл. 2).

В пещерах Оюсутская-8, 9 были взяты пробы воздуха (табл. 3). Хроматографический анализ позволил обнаружить в первой пещере повышенное содержание углекислого газа (0,21 об.%) и следы метана. Во второй максимальная концентрация CO₂ составила 0,083 об.%, водорода — 0,018—0,021; спектр углеводородных газов существенно расширен, но количество их незначительно. Повышенное содержание CO₂ обусловлено, скорее всего, аэробным разложением растительных остатков в отложениях пещер и привнесом его инфильтрационной водой из почв. Объяснить значительную концентрацию водорода на данной стадии изученности пещер не представляется возможным ввиду множественности процессов, приводящих к его образованию.

Сопоставив высоты залегания пещер, русла Вилюя, высокой пойменной и 1 надпойменной террас, можно сделать вывод, что вскрытие пещер произошло в конце позднего плейстоцена — начале голоцена. Верность вывода подтверждается палеонтологическими материалами о гризунах в пещере

Оюсутская-14 и палинологическими данными по пещерам 1, 3, 8, 9, 10, 12, 14.

Костные остатки принадлежат мышам, зайцам и полевым: *Ochotona* sp., *Lepus* sp., *Microtus gregalis* Pall., *Microtus Oeconomus* Pall., *Microtus minutus* Pall., *Clethrionomys rukanus* Scind. (определения А. Г. Покатилова), причем остатки последних преобладают. Ископаемые остатки хорошо сохранились, встречаются целые челюсти, зубы и части посткраниального скелета. Все установленные виды существуют в современной фауне. Многие из них в ископаемом состоянии встречаются начиная со среднего-верхнего плейстоцена. В целом фауна относится к так называемому холодолюбивому комплексу, широко распространенному в позднем плейстоцене — начале голоцена.

По заключению Н. В. Кулагиной (ИЗК), в палинологических спектрах содержится до 80% пыльцы древесных, до 20% спор и до 7% пыльцы трав, что характеризует лесной тип спектров. В пыльце древесных доминирует пыльца сосны (26,7—67,7%) и ели (9,5—30,9%). Содержание пыльцы лиственницы и лиственных пород (береза, ольха, ольховник) незначительно. Обнаружена также пыльца полыни, астровых, циклориевых, гвоздичных, верескоцветных и других, т. е. пыльца растений, характерных в большей мере для луговых сообществ. Споры растений представлены сфагнумом, зелеными мхами, папоротниками и плаунами. Анализ полученных спектров позволяет сделать вывод о существовании на территории, окружающей пещеры, елово-сосновых лесов с примесью лиственницы, неразвитым травяно-кустарничковым ярусом, наземным покровом из сфагнума, папоротников и мхов. Иногда разрежение лесной растительности происходило, возможно, в результате пожаров, на что указывает присутствие пыльцы растений пионерных сообществ: *Onograceae*, *Rubiaceae* — на фоне астровых, гвоздичных и других. Спектры подобного состава описываются для позднего плейстоцена— голоцена [6]. Кроме того, при взятии проб обнаружено большое количество переотложенных форм верхнего палеозоя и юры, в единичных случаях — мела.

Пещеры образованы слабонапорными водами в зоне полного насыщения. Об этом свидетельствует первичная шестигранная форма сечений ходов, отсутствие раскрытости, зияния спелеоиницирующих трещин, распространение полостей идентичной морфологии на большой площади (пещеры вскрыты в обнажении на протяжении 300 м), приуроченность к одному пласту. Возможно, полости были сформированы поддолинными потоками р. Вилюя. Отдельные ходы представляют собой фрагменты некогда единой гидрогеологической

системы. Скорость движения вод в каналах была неодинакова: об этом можно судить по различию нанорельефа стен разных пещер — иногда поверхности ровные шероховатые, а иногда — покрытые полусферами, образованными под действием быстрых потоков. О значительных скоростях свидетельствует щебнистая, дресвяная и песчаная размерности зерен аллювия пещеры Оюсутская-8. В последствии гипсовый пласт был вскрыт при врезании Вилюя, полости были рассечены трещинами отседания (рис. 1 Б, К, Л, О). Во время паводков пещеры затапливались, частично заполнялись наносами. В то же время речные воды растворяли стенки и потолки пещер, трещины разгрузки (рис. 10).

Особенностью Оюсутских пещер является гексагональная форма сечения ходов. Поиски описания в литературе аналогичных сечений оказались безрезультатными. Лишь в статье М. П. Савчина и И. В. Качковского [5] удалось обнаружить фотографию хода галереи Циклоп в Оптимистической гипсовой пещере, имеющего отчетливо выраженное шестиугольное сечение. Сходным оказалось и строение галереи в целом. Отличие же заключалось в больших размерах ходов. Отношение высоты к ширине галереи такое же, как и у галереи Оюсутских пещер — $0,35:0,5$. Потолки ходов горизонтальные либо пологие. Эти ходы, по мнению исследователей, образовались при горизонтальном движении подземных вод. Близкие по форме сечения имеют ходы «магистрального яруса» гипсовой пещеры Атлантида [1]. Как и в Оюсутских пещерах, контуры шестиугольника маскируются заполнителем. Для галерей «магистрального яруса» также характерна вытянутость поперечных сечений в горизонтальной плоскости — отношение высоты к ширине $0,81$. Образование «магистрального яруса» тоже связывается с действием напорных вод в зоне полного насыщения [4].

Механизм формирования шестигранных поперечных сечений ходов пещер неизвестен. В качестве гипотезы его объяснения можно выдвинуть следующую. Карстовая полость, зарождающаяся в зоне полного насыщения по линии пересечения тектонической трещины и трещины напластования, увеличивается наиболее быстро в направлении от линии пересечения к трещинам, образуя канал четырехугольного сечения с вершинами, ориентированными по трещинам (рис. 1 Р). Постепенно сечение канала достигает границ литологической неоднородности, менее растворимой в воде, например слоев более крупнозернистого гипса, либо гипса, содержащего больше терригенного материала, либо карбонатной породы и т. п. Скорость растворения в этом направлении резко уменьшается, и полость развивается преимущественно

по горизонтали, по напластованию. В результате вдоль менее растворимых слоев образуются горизонтальные ровные либо слабовыпуклые поверхности, дающие начало гексагональному сечению (рис. 1 Р). Подтверждением такого предположения, возможно, служит обнаружение в сходных по морфологии ходах гипсовой пещеры Атлантида под аллювием пласта известняков, служивших относительным водоупором [1]. Различие в форме сечений ходов можно объяснить неодинаковым положением трещины напластования, вдоль которой зарождается карстовый канал, относительно границ менее растворимых пород. В случае равноудаленности трещины образуется симметричный по отношению к этой трещине шестиугольный ход (рис. 1 Р). Если пещерообразующая трещина смещена к кровле относительно более растворимого пласта, то формируются пятигранные сечения (рис. 1 Т). Примером является пещера Оюсутская-15 (рис. 1А). В случае совмещения пещерообразующей трещины напластования с границей раздела более и менее растворимых пород сечения приобретают форму перевернутого треугольника, а позднее — трапеции (рис. 1 У), если более растворимый пласт находится внизу. Если же он располагается сверху, то треугольные сечения ориентированы вершиной вверх. Трапециевидным сечением обладает сателлитный ход в пещере Оюсутская-10. При развитии нескольких каналов на близком расстоянии друг от друга может произойти их слияние (рис. 1 С).

В Новонукутском районе Иркутской области обнаружена новая карстовая пещера в гипсах. Она находится в центральной части карстового района платформенного склона Иркутского юрского предгорного прогиба [7], на правом берегу р. Залари — левого притока р. Ангары, в 5 км от карьера Заларинского гипсового месторождения.

Вход в пещеру Новонукутскую находится в северо-западной скальной стенке провално-коррозионной воронки, образовавшейся в устье распадка, прорезающего правый борт суходола. Воронка имеет неправильную лопастную форму, размеры ее — 21×16 м. Северо-западные и юго-западные борта воронки представляют собой скальные обнажения высотой 4—5 м, сложенные в нижней части белыми тонкослоистыми гипсами, в верхней — средне- и толстоплитчатыми доломитами. Склоны воронки другой экспозиции задернованы, поросли кустарником, отдельно стоящими березами. В юго-западной стенке воронки расположены еще две небольшие горизонтальные пещеры длиной 10 и 12 м, шириной 0,8—2,5 м, высотой 0,3—0,7 м. Нижняя часть ходов заложена в гипсах и имеет коррозионный генезис; в настоящее время она заполнена крупными обломками доломитов, обрушившихся

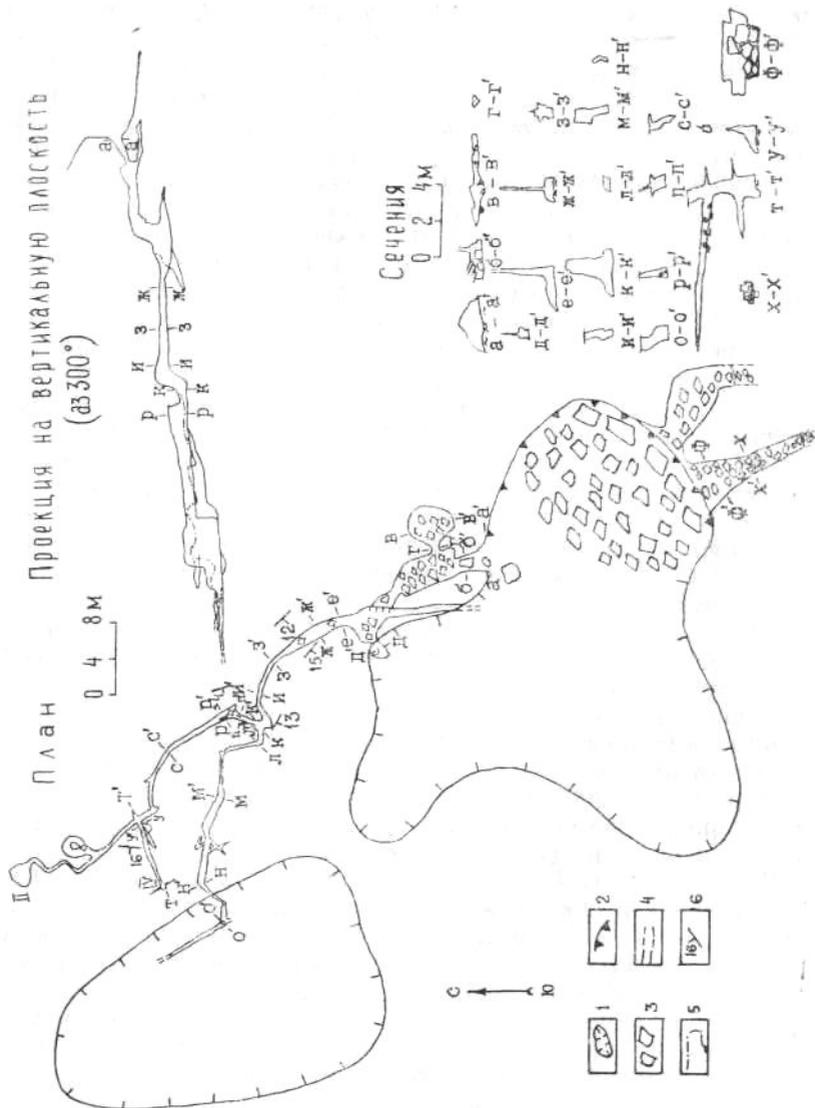


Рис. 3. Топоъемка гипсовой пещеры Новонуктской (снимали А. В. Белоусов, А. Г. Филиппов, О. А. Школьник):

1 — задернованные склоны карстовых воронок; 2 — Обрывистые (скальные) склоны карстовых воронок; 3 — обломки пород; 4 — узкое продолжение ходов; 5 — контуры ходов левого ответвления на вертикальной проекции; 6 — элементы- залегания пород

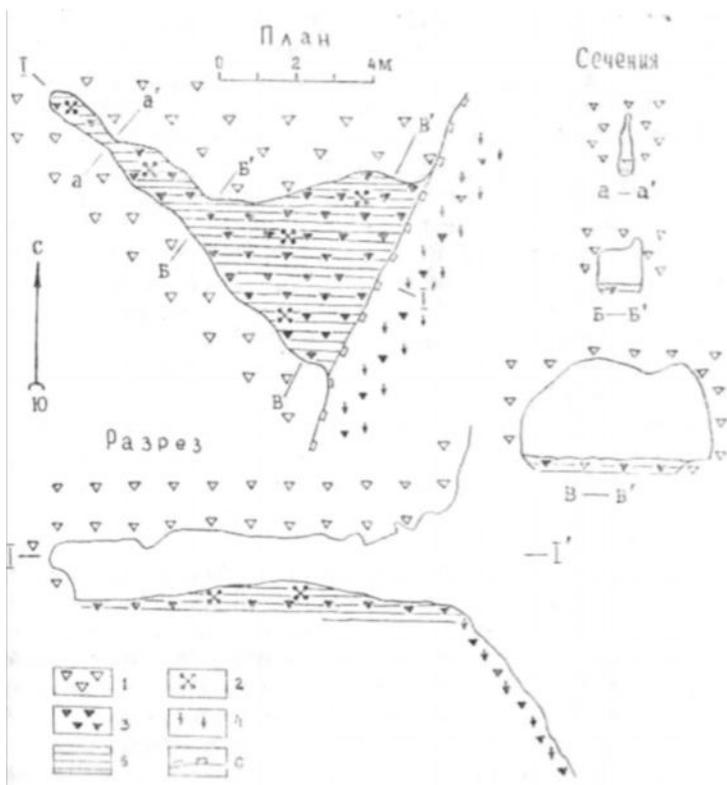


Рис. 4. Топоъемка пещеры Брекчиевой: 1 — брекчия карбонатных пород с гипсовым и известковым цементом; 2 — костные остатки; 3 — щебень; 4 — гумусированный суглинок; 4, 5 — алеврито-глинистые отложения; 6 — уступ денудационный

с потолка. Верхняя часть ходов обвальная, выработана в доломитах (рис. 3).

Пещера Новонукутская имеет небольшие размеры: длина 150 м, средняя ширина 1,1 м (минимальная — 0,25; максимальная — 4), средняя высота 1 м (минимальная — 0,3; максимальная — 3,7), глубина и амплитуда 10,8 м, площадь 133 м², объем около 133 м³, коэффициент Корбеля 17108·10⁻⁶. Морфология ее отражена на рисунке. Полость представляет собой сочетание субгоризонтальных либо наклонных участков ходов с колодеобразными уступами.

Большая часть пещеры заложена в белых алевролитово-гипсовых породах, простирающихся под углом от 4 до 16°

по азимутам от 200 до 255°, и лишь привходовая часть ее — в желтовато-серых доломитах ангарской свиты (ε_1). Алевролитово-гипсовые породы имеют тонко-, средне- и крупнослоистую текстуру. Слоистость, обусловлена прослойками серых алевролитов; общее их содержание составляет 20—30%. На многих участках породы плитчатые.

Вторичные образования представлены льдом, гравитационными, водномеханическими и биогенными отложениями, продуктами выветривания. Гидрогенный лед полностью покрывает пол ходов на отдельных участках, стенки, образует сталагмиты. Атмогенный лед встречается повсеместно в виде мелких кристаллов, покрывающих стелы, потолок, отложения на дне. Наибольшее скопление крупных кристаллов отмечено в привходовой части, в трещине ниже первого уступа-колодца и в конце левого ответвления. Широкое распространение льда обусловлено тем, что пещера залегает в многолетнемерзлых породах. Таяние льда происходит лишь на первых метрах от входа. Гидрохимический состав проб льда приведен в табл. 2.

К продуктам выветривания отнесен серый мелкозем, покрывающий дно отдельных участков ходов. Он образовался благодаря разрушению гипсовых пород при их периодическом увлажнении, происходившем при заполнении пещер водой, а также в результате морозного выветривания. Гравитационные отложения наблюдаются повсеместно, но наиболее характерны они для привходовой доломитовой части, имеющей обвальное происхождение, и для дальних участков левого ответвления пещеры, залегающих под склоном карстовой воронки. Водномеханические образования представлены маломощными скоплениями коричневатого суглинка с многочисленными остатками растений — щепок, листьев, трав — на полу пещеры, неровностях стен. Гипсометрически низко расположенные ходы пещеры во время паводков целиком заполнялись водой, о чем свидетельствует распространение остатков растительного материала на стенках до самого потолка. Проникновение в пещеру водных потоков происходило относительно давно, поскольку коричневые суглинки в ряде случаев находятся под продуктами выветривания вмещающих пород.

Анализ воздуха пещеры позволил выявить повышенное — в 10—17 раз содержание углекислого газа по сравнению с наружным воздухом (табл. 3), которое может быть вызвано разложением растительных остатков, повсеместно распространенных в пещере, а значительное содержание углекислого газа в привходовом гроте можно объяснить привносом CO_2 водой, просачивающейся сквозь почву.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Климчук А. Б., Рогожников В. Я. Сопряженный анализ истории формирования пещерной системы (на примере пещеры «Атлантида»). Киев, 1982. 57 с.
2. Максимович Г. А. Основы карстования. Пермь, 1963 Т 1. 444 с.
3. Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР. Ташкент, 1983. 150 с.
4. Рогожников В. Я., Ломаев А. А. Опыт комплексного исследования пещеры «Атлантида» в свете природоохранных задач // Физ. география и геоморфология. Киев, 1985. Вып. 32. С. 33—42.
5. Савчин М. П., Качковский И. В. Оптимистическая пещера//Пещеры. Пермь, 1971. Вып. 10—11. С. 84—89.
6. Томская А. И. Палинология кайнозоя Якутии. Новосибирск, 1981. 221 с.
7. Вологодский Г. П. Карст Иркутского амфитеатра. М., 1975. 124 с.

УДК 551.44

М. М. Маматкулов

Ташкентский университет

ГИПСОВЫЕ ПЕЩЕРЫ СРЕДНЕЙ АЗИИ

На территории Средней Азии гипсы встречаются среди меловых, юрских, палеогеновых и неогеновых отложений, часто они чередуются с карбонатными, соляными и терригенными образованиями. Мощность гипсов колеблется в значительных пределах — от нескольких до 300 м.

Эти породы особенно широко представлены в верхнеюрских образованиях юго-западных отрогов Гиссарского хребта, Южно-Таджикской депрессии, Копетдага, предгорных и Низкогорных зон Туркестанского хребта, Мангышлака и других районов Средней Азии. В юго-западных отрогах Гиссарского хребта указанные отложения обнажаются па многих участках (на склонах и частично на приводораздельных частях гор Хантахта, Байсунтау, Сурхантау, Мечетли, Тайталаш и др.), в основном в сводовых частях антиклинальных поднятий, а также в межгорных котловинах. Породы характеризуются высокой степенью дислоцированности и трещиноватости. В пределах Южно-Таджикской депрессии эти образования часто обнажаются в соляных куполах (Ходжи-Мумин, Ходжи-Сартыс и др.), переслаиваясь с солями и мергелями. Гипсы широко развиты также в увале Алимтай, в районе хребта Петра Первого. Наиболее значительно закарстованные гипсы мелового возраста отмечены на северном склоне и северных предгорьях Заалайского хребта в низовьях р. Алтындарьи, к востоку от перевала Таумурун; гипсы

**Морфометрическая и морфогенетическая характеристика гипсовых пещер
в отдельных регионах Средней Азии**

Регион	Морфометрия				Морфология				Генезис				
	Количество	Суммарная длина, м	общая площадь, м ²	общий объем, м ³	одноэтажные	многоэтажные	сквозные	вертикально- горизонтальные	гравитационно- коррозионные	коррозионно- гравитационные	нивно- коррозионные	коррозионно- эрозионные	эрозионно- коррозионные
Юго-Западный Гиссар	43	3710	$\frac{18170^*}{41}$	$\frac{103680}{41}$	36	1	4	2	11	16	4	11	1
Южно-Таджикская депрессия	20	540	$\frac{2450}{16}$	$\frac{16300}{14}$	14		1	5	5	14			1
Копетдаг	3	60	$\frac{200}{1}$	$\frac{1800}{1}$				3		3			
Туркестанский хребет	4	350	4180	12290	4				1	3			
Мангышлак	3	40	100	160	3				2	1			
Итого	73	4700	$\frac{25100}{65}$	$\frac{134230}{63}$	57	1	5	10	19	37	4	11	2

* В числителе указываются соответственно площадь и объем;
в знаменателе — количество обследованных пещер

мощностью 6—9 м залегают под моренными образованиями [2]. Закарстованные гипсы мелового возраста мощностью до 50 м обнаружены на отдельных участках Памира [4]. Карстующиеся гипсы палеогенового возраста (бухарского слоя) встречаются в пределах юго-западных отрогов Гиссарского хребта, в предгорных зонах Ферганской впадины, на южном склоне хребта Чумкартау, а также в межгорных впадинах Внутреннего и Северного Тянь-Шаня.

В равнинной области Средней Азии карстованию подвергаются гипсы неогенового возраста (сармат), представленные в виде отдельных прослоев разной мощности. Они часто переслаиваются глинистыми и карбонатными породами, что играет большую роль в пещерообразовании. Как указывает Н. А. Гвоздецкий [1], наличие гипсовых прослоев ускоряет процесс растворения и известняков. Проведенные исследования показали, что в настоящее время на территории Средней Азии известно 73 пещеры, суммарная длина которых составляет более 4700 м, площадь — свыше 25100 м² и объем — 134230 м³ (табл.). Более половины этих пещер (43) расположено на юго-западных отрогах Гиссарского хребта в гипсах верхнеюрского и верхнемелового возраста. В гипсах верхней юры, залегающих в пределах Южно-Таджикской депрессии, обнаружено 20 пещер. Они встречаются в гипсах разного возраста в Копетдаге, предгорных зонах Туркестанского хребта, невысоких поднятиях Каршинской степи, на плато Мангышлак.

Гипсовые пещеры Средней Азии имеют различное морфологическое строение: обнаружены одноэтажные, многоэтажные, сквозные и вертикально-горизонтальные пещеры. Преобладают одноэтажные (57) и вертикально-горизонтальные (10) пещеры. Многоэтажные и сквозные пещеры встречаются редко. Наиболее крупными из одноэтажных пещер являются Сувотар (длина 330 м, площадь 3390 м², объем 30190 м³), Байкабил-Восточная (240 м, 1210 м², 1440 м³), Мингчукур-2 (230 м, 680 м², 1350 м³), Тангимуш-2 (225 м, 370 м², 900 м³), Тангимуш-1 (197 м, 478 м², 1245 м³), Джегымкаляс (182 м, 360 м², 700 м³) и другие, которые находятся в юго-западных отрогах Гиссарского хребта; Актурпак (137 м, 2400 м², 8393 м³), расположенная в предгорной зоне Туркестанского хребта в пределах Ферганской впадины. Одноэтажные пещеры [5] формируются в гидродинамических зонах вертикальной и горизонтальной циркуляции карстовых вод, они развиваются от трещинной до обвально-цементационной стадии. В зависимости от уклона пола пещеры разделяются на горизонтальные и наклонные (восходящие и нисходящие). Исходя из формы в плане, строения продольных

разрезов и поперечных сечений различают, по типизации Г. А. Максимовича и других [6], ниши, мешкообразные, щелевидные, щелевидно-гrotовые, коридорные и коридорно-гrotовые пещеры. Изучена только одна многоэтажная (двухэтажная) пещера — Каптархана (длина 980 м, площадь 5666 м², объем 36266 м³), которая находится в юго-западных отрогах Гиссарского хребта.

Сквозные пещеры характеризуются наличием двух или нескольких входов, и по их простираению подразделяются на тоннелеобразные и дугообразные. Тоннелеобразные пещеры — Мансурская (длина 68 м, площадь 400 м², объем 3263 м³), Сувогар (330 м, 3390 м², 30190 м³), Кызылташ (39 м, 46 м², 23 м³) — имеют два входа в противоположных концах. В дугообразных пещерах — Кызылгаза (50 м, 300 м², 700 м³), Без названия-27 (10 м, 22 м², 30 м³) — количество входов превышает два, они открываются в разные стороны, соединяющие их проходы, характеризуются дугообразной формой.

Вертикально-горизонтальные пещеры отличаются тем, что их привходовые части, обладая вертикальным строением, на определенной глубине приобретают наклонное, реже — горизонтальное, положение. По строению ствола вертикальной части они подразделяются на колодеобразные и каскадообразные. Первые имеют строго вертикальные стволы, переходящие в наклонные или горизонтальные части. К этой группе относятся пещеры Кутар-Булак (глубина ее вертикальной части 21 м, общая длина 28 м, площадь 190 м², объем 2730 м³), Муллатура (7 м, 36 м, 95 м², 304 м³), Янгигор (18 м, 125 м, 320 м², 624 м³). У каскадообразных вертикальные стволы чередуются с горизонтальными площадками.

В формировании пещер активное участие принимают кроме коррозийных гравитационные и эрозионные процессы [3]. Выделены следующие генетические типы гипсовых пещер: гравитационно-коррозийные, коррозийно-гравитационные, нивально-коррозийные, коррозийно-эрозионные и эрозионно-коррозийные.

Резко континентальный климат и интенсивные неотектонические поднятия обусловили преобладание коррозийно-гравитационных пещер. Известно 37 пещер этого генезиса.

Гравитационно-коррозийные пещеры развиты слабо. Известны 19 полостей этого генезиса. Их распространение находится в тесной зависимости от влажности климата. Пещеры развиты в основном на более высоких абсолютных отметках, которым соответствуют более благоприятные условия для концентрации влаги.

На большой абсолютной высоте гипсовые пещеры имеют нивально-коррозионный генезис и формируются под коррозионным воздействием талых снеговых вод. Обследованы 4 полости этого генезиса. Они обнаружены в среднегорной зоне юго-западных отрогов Гиссарского хребта, где длительное время сохраняется снежный покров. Относительно теплые климатические условия в летнее время обеспечивают интенсивное таяние снега и, как следствие этого, коррозионную деятельность талых вод.

Значительная часть гипсовых пещер Средней Азии образовалась в результате расширения их полостей водными потоками. В развитии пещер активное участие принимают эрозионные процессы, вызванные подземными потоками. Эта группа пещер имеет коррозионно-эрозионный генезис. Известны 11 гипсовых пещер с подземными реками. Для них характерны коридорное и коридорно-гrotтовое строение, меандрирование галерей, наличие эрозионных котлов и аллювия на полу, эрозионных ниш в стенах.

Наиболее типичной пещерой указанного типа является Каптархана, расположенная на южном склоне Яккабагских гор (Юго-Западный Гиссар). Горизонтальные каналы ее находятся на двух уровнях. Верхний этаж имеет длину 400 м. На всем протяжении он сухой, но сухое русло с аллювием указывает на былую обводненность пещеры. В настоящее время река протекает по нижнему этажу. Она прослеживается на протяжении 570 м. Расход воды в ней около 10 л/с, температура 12°C, минерализация 2,2 г/л. Вода имеет сульфатно-кальциевый состав. Подземная река длиной более 43 м обнаружена в пещере Сувчикар, расположенной на 200 м юго-восточнее пещеры Каптархана. Расход воды в ней более 5 л/с, температура 11°C, минерализация 1,6 г/л. Большая часть дна пещеры ровная, она полностью занята руслом речки. Подземная река длиной около 200 м и расходом 10 л/с протекает в пещере Янгигор, непосредственно связанной с подземной речкой пещеры Сувчикар. Подземная речка длиной более 300 м обнаружена в пещере Сувогар, которая находится в конце небольшой слепой долины, спускающейся с горы Тайталаш. Ширина речки 0,3—0,5 м. Температура воды 13°C, минерализация 2,1 г/л. Подземная река длиной 220 м и расходом воды 5 л/с есть в пещере Байкабил-Восточная, расположенной в горах Сангисурх. На некоторых участках она протекает под глыбами. Небольшая подземная речка длиной не более 18 м обнаружена в пещере Байкабил-Западная. В пределах юго-западных отрогов Гиссарского хребта подземные речки наблюдались

также в гипсовых пещерах Наусурх (длиной 62 м, расходом 13 л/с), Муллатура (27 м), Улмас (60 м, 9 л/с), Мингчукур-1 (33 м, 4 л/с) и др.

В Средней Азии имеются эрозионно-коррозионные пещеры. К этой группе относятся пещеры Дуканхана (длиной 14 м, расходом 0,8 л/с) в пределах юго-западных отрогов Гиссарского хребта, Без названия-27 (10 м, 0,7 л/с) в Южно-Таджикской депрессии.

Таким образом, гипсовые пещеры Средней Азии имеют следующие особенности:

1) незначительная мощность (до 60 м) зоны активного пещерообразования вызвана как незначительной мощностью сульфатных отложений, так и утратой растворяющей способности подземных вод в связи с быстрым насыщением с глубиной;

2) пещеры на крутых склонах в крутопадающих гипсах на контакте с некарстующимися породами характеризуются линейным коридорным обликом;

3) большинство пещер в горизонтально или субгоризонтально залегающих гипсах имеют выход на дне воронок, провалов, крутых обрывов, в устьях логов и носят следы подземного потока с характерным меандрированием. Часто эти пещеры обводнены подземными ручьем или речкой;

4) в пещерах отсутствуют натечные формы, за исключением корочек;

5) потолок и стены пещер изъедены конденсационными, инфильтрационными и инфлюационными водами.

Многие гипсовые пещеры Средней Азии используются населением в хозяйственных целях. В настоящее время очевидна необходимость организации охраны и рационального использования ряда пещер для организованного туризма (Каптархана), в качестве учебных полигонов (Байкобил), краеведческих музеев (Тангимуш) и других целей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гвоздецкий Н. А. О распространении карста в пустынях и горах Средней Азии // Вопросы географии. М., 1957. Сб. 40. С. 173—190.

2. Гвоздецкий Н. А. Новые данные о гипсовом карсте у подножия восточных оконечностей Алайского и Заалайского хребтов // Землеведение. М., 1971. Т. IX. С. 152—157.

3. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. Л., 1977. 182 с.

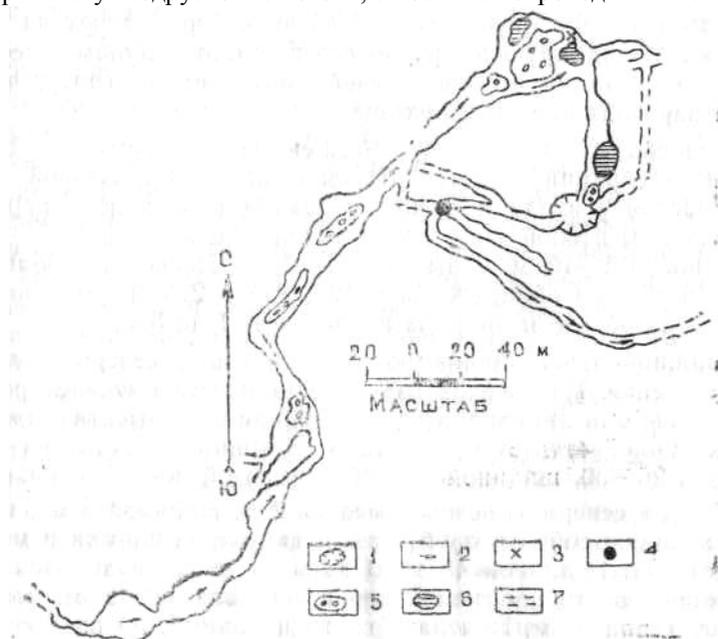
4. Иванов А. А., Левицкий Ю. Ф. Геология галогенных отложений СССР. М., 1960. 424 с.

5. Максимович Г. А. Основы карстологии. Пермь, 1963. Т. 1. 444 с.

6. Максимович Г. А., Панарина Г. Н., Аникина Т. И. Опыт типизации и морфометрической характеристики пещер карбонатного карста Пермской области // Пещеры. Пермь, 1970. Вып. 8—9. С. 28—34.

М. А. Абдужабаров
Самаркандский университет
ПЕЩЕРЫ САЯ АБДУДАРЫ

Сай Абдудара расположен на хребте Сарымас к северу от села Кокбулак (Камашинский район Кашкадарьинской области). Он вытянут примерно на 4 км с севера на юг. Сай сильно закарстован. Дно покрыто воронками, а под руслом прослеживаются пещеры. Начинается сай на абсолютной высоте около 1500 м небольшими источниками, которые сливаются, достигая летом дебита 8—10 л/с. Район пещер и воронок сложен юрскими гипсами (кимеридж — титон), переслаивающимися с глинистыми породами. Гипсы на поверхности сильно выветрелые. В полостях и стенках воронок обнажаются плотные бесцветные, белые и желтоватые их разновидности. Пещеры представляют собой полости, по которым текут подрусловые потоки, связанные непроходимыми лазами.



Пещера Капгархона: 1 — предвходовая воронка, 2 — русло подземного ручья, 3 — завал, 4 — колодец, 5 — глыбы гипса, 6 — скопления глины, 7 — предполагаемый путь воды

Самой верхней является пещера Сувкирар (Вода Заходит), находящаяся па дне сая у подошвы склона на абсолютной высоте 1460 м. Вход в нее завален глыбами, ветками и глиной. В щели между глыбами уходят воды сая. По сведениям местного населения, через Сувкирар можно проникнуть в следующую пещеру — Каптархона (Голубятня), являющуюся самой длинной (около 1 км) среди гипсовых пещер Узбекистана. Вход расположен на дне воронки длиной 10 м и шириной 4 м (высота 1370 м), дно ее покрыто глыбами гипса, лёссовидными суглинками, заросшими эфемерными растениями. Пещера прослеживается в двух направлениях от воронки (рис. 1). Арочный вход юго-восточной ветви шириной 7 м, высотой 3 м ведет в зал длиной 10 м, шириной 2,5—7 м, высотой 1—7 м. В южной части зала из четырехметровой щели слышен шум воды. На юго-восточном краю зала скопление глины (6×7 м) поднимается над полом на 1,5 м. По щели (0,7—0,8 м) между ним и потолком можно проникнуть в полость длиной 35 м, шириной до 7—8 м, высотой до 8 м. На полу много глыб, как бы тонущих в глине. В 80 м от выхода за завалом из глыб (поперечник до 4 м) пол опускается к ручью, который течет на юго-восток. Меандрирующее русло его покрыто валунами, песком и глиной. На юго-востоке ручей протекает по гроту, через 24 м переходящему в узкую щель.

Пещера состоит из двух этажей. По нижнему протекает поток, а верхний остается относительно сухим. Второй этаж начинается у входа и только у завала переходит в первый. За завалом второй этаж представлен залами длиной 5—25 м, шириной 1,5—10 м и высотой 1—4 м. Несколько больших размеров залы обнаружены в 120, 160 и 220 м от завала. Длина их 35—45 м, ширина и высота от 1 до 8 м.

Нижний этаж начиная от завала имеет северо-западное направление. Из узкого лаза в конце этажа вытекает речка. Место выхода заполнено глиной. Ширина и высота нижнего этажа колеблется от 0,5 до 25 м. В конце его есть два зала длиной 25—30, шириной 15—20 и высотой 20—22 м каждый.

Вход в северную ветвь (высотой 2 м, шириной 6 м), представляющую собой второй этаж и коридор (ширина 6 м, высота 1—4 м), длиной 45 м. В 30 м от входа находится лаз, имеющий восточное направление, ширина его 2 м, высота 0,7 м, длина 32 м. Пол лаза горизонтальный, он покрыт песком мощностью до 0,5 м. В 45 м от входа коридор заканчивается колодцем. На 1,5 м выше отверстия колодца в отшлифованной водой гипсовой стене есть вход в тоннель шириной 2 м, высотой 0,5—1 м, который прослеживается на северо-восток

на 26 м, затем он поворачивает на восток и через 10 м заканчивается узкой щелью, из которой слышен шум воды.

Колодец диаметром 1 м, сделав изгиб, опускается на 2,5 м в русло речки. Стены колодца отшлифованы водой. На дне колодца начинается нижний (первый) этаж, по которому течет ручей. В южном направлении от колодца прослеживается галерея шириной и высотой 1—1,5 м, длиной 55 м. По ней устремлен поток с дебитом около 10 л/с.

От колодца на юго-запад протекает, меандрируя, та же речка на протяжении 120 м до участка, где дно покрыто грязью с мощностью слоя до 1 м. Температура воды в речке 12°C, воздуха — 14°C. В пещере обитают голуби, стрижи, летучие мыши, жуки, пауки, бабочки, мошкара.

Ниже по течению сая находится пещера, которая открывается на дне воронки Сувчикарсая. Воронка глубиной 11 м образовалась в 1968 г. В юго-восточной и северо-восточной частях дна воронки открываются входы в полости. Протяженность полости на северо-запад достигает 20 м, затем она переходит в щель, из которой вытекает ручей с дебитом 5 л/с. Ручей пересекает воронку и устремляется в юго-восточную полость, проходимую всего на 5 м из-за перекрытия глыбой гипса.

Пещера Янгигор (Новая пещера) расположена ниже по течению на абсолютной высоте 1350 м. Она является продолжением сая. Азимут направления у входа 80°. Вход грибовидной формы, высотой 8 м, шириной до 4 м, находится на дне южного склона провала, образовавшегося в 1963 г. До этого он представлял собой небольшое отверстие на дне сая. Пол опускается вниз от входа на 8 м. Потолок, вначале горизонтальный, через 5 м становится ниже, образуя камеру, в северо-западной части которой из трещин в гипсе вытекает ручей с дебитом около 10 л/с. Полость продолжается на восток узкой щелью, затем, расширившись, простирается примерно на 80 м. Общая протяженность пещеры 111 м. Внутри полости есть несколько залов, органная труба. Дно неровное, покрытое глыбами гипса и пролювием. Весной небольшие селевые потоки, возникающие в сая Абдудара, приносят в пещеру ветки деревьев, траву, глину, создающие завалы. Весной 1972 г. селевые массы закрыли вход в пещеру и воронка превратилась в озеро. Пещера переходит в узкий лаз, в котором теряется поток. Он появляется в последней в этой системе пещере Сувчикар (Вода выходит). Вход в нее обнаружен на 1 км севернее села Кокбулак, на высоте 1330 м. Амплитуда высот между первой (Сувчикар) и последней пещерой составляет 130 м.

Сай продолжается к югу от входа в пещеру и внутри ее. Перед входом расположена аккумулятивная терраса, поднимающаяся над речкой на 2 м. Вход имеет высоту 4 м, ширину 1 м. Пещера коридорная, простирается по азимуту 350° на 40 м. Дно ровное, покрытое хорошо окатанной галькой занятое руслом ручья, дебит которого около 5 л/с. Температура воды 12°С (летом 1971—1973 гг.). Встречаются скопления глины мощностью до 0,5 м. Из пещер дует ветер. В полостях натеков нет, но можно наблюдать последствия подземной эрозии, аккумуляции. Подземные ручьи имеют различный расход, что свидетельствует как об их подпитывании подземными водами, так и о потере воды. Вероятно, ручья связаны с карстовым источником Карасу.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЛОСТЕЙ

УДК 551.44 (477.8)

С. Д. Аксем, А. Б. Климчук

Институт геологических наук АН УССР ИЗУЧЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И ДИНАМИКИ РАСТВОРЕНИЯ ГИПСОВ В ПЕЩЕРАХ ЗАПАДА УКРАИНЫ

Количественная оценка активности карстового процесса имеет большое теоретическое и практическое значение. Хотя карстовый процесс носит сложный характер и не сводится только к растворению пород, основным показателем его активности считается все же показатель интенсивности растворения пород.

Гидролого-гидрохимические методы оценки интенсивности растворения пород наиболее широко применяются при карстологических исследованиях и инженерно-геологических оценках. Опробованию подвергаются, как правило, родники, характеризующие химический состав вод на выходе из системы. С использованием данных о количестве воды, проходящей через конкретную водоносную систему, рассчитывается ионный сток, т.е. количество растворенных солей, выносимых подземными водами за единицу времени. Отнесение этого показателя к единице площади (объему, массе) породы позволяет получить интегральное значение интенсивности растворения для данной водоносной системы. В работе [3] показано, что многочисленные наименования показателей типа «активность (интенсивность) карстового процесса», «скорость (интенсивность) карстовой денудации» (или коррозии) и соответствующие расчетные формулы являются модификациями одного и того же показателя, одной и той же расчетной схемы.

Интегральная характеристика процесса растворения, полученная на основе гидролого-гидрохимических наблюдений, проводившихся на выходе из системы, не дает представления о внутреннем состоянии системы и динамике изменения ее компонентов. Значительно более актуальной является дифференцированная оценка интенсивности растворения для различных элементов системы, для различных составляющих подземного стока. Такие данные, соответствующие конкретным обстановкам взаимодействия воды с породой и конкретным формам подземного пространства, имеют большое значение

как для решения вопросов генезиса и эволюции карстовых форм, так и для получения инженерно-геологических оценок. Но если гидрохимическое опробование внутри системы еще возможно (с применением спелеологических и скважинных методов), то дифференцированный учет объемов различных составляющих подземного стока трудноосуществим. В этой связи актуальным становится применение экспериментальных методов, позволяющих получить показатели интенсивности растворения для конкретных карстолого-гидрогеологических обстановок путем прямых измерений.

Экспериментальные методы. Лабораторным исследованиям растворимости гипсов посвящен ряд отечественных работ [6, 7, 8 и др.]. Суть их заключалась в изучении зависимости скорости растворения гипсовых образцов от температуры, давления, наличия в воде различных растворенных солей и т. п. Эти исследования строились на разнотипной методической основе. Различными были образцы пород (состав, форма и размеры, характер поверхности), температура, химический состав вод, динамические условия экспериментов; показатели приводились в разных размерностях. Поэтому результаты этих работ зачастую несопоставимы. Весьма сложной методологической проблемой является использование результатов лабораторных экспериментов для оценки процессов, происходящих в природных условиях. Более перспективны, на наш взгляд, натурные эксперименты.

В последнее время все более широкое распространение получает метод стандартных образцов (таблеток), заключающийся в периодическом определении потери веса образцов карстующихся пород, размещенных в различных условиях. Он был предложен зарубежными исследователями для количественного анализа растворения известняков и положен в основу многолетней международной программы изучения карстовой денудации в различных региональных (климатических) и локальных условиях [9].

В 1982—1986 гг. карстолого-спелеологическим отрядом опытного предприятия Института геологических наук АН УССР разработан метод стандартных образцов в «сульфатном» варианте [5] и организовано режимное изучение интенсивности и динамики растворения сульфатных пород на 40 станциях в западных областях УССР. Подобные исследования проводятся также Пермским университетом на нескольких станциях в Предуралье [2].

Применение этого метода для изучения активности сульфатного карста представляется значительно более перспективным в связи с высокой интенсивностью, динамичностью и пространственной неравномерностью процесса растворения

сульфатных пород по сравнению с растворением карбонатных. Иными словами, изменение веса образцов сульфатных пород, происходящее за принятый период наблюдений, заведомо превышает «порог чувствительности» метода (с учетом всей его технологии). Этого нельзя сказать о «карбонатном» варианте, когда отмечаемые за период наблюдений изменения настолько незначительны, что не могут быть с уверенностью выделены на фоне изменений, происходящих в ходе всей процедуры, связанной с контрольным измерением. Общая высокая интенсивность растворения гипсов делает возможными и необходимыми короткопериодичные измерения, позволяющие изучать динамику процесса растворения в зависимости от важнейших изменяющихся факторов.

Использование метода возможно для получения информации в трех основных направлениях [5].

1. Исследование интенсивности и динамики растворения породы в зависимости от условий воздействия активного фактора. При этом таблетки должны быть максимально стандартизированы по литолого-текстурному фактору, а станции следует организовывать в различных типовых обстановках взаимодействия воды с породой.

2. Изучение интенсивности и динамики растворения в зависимости от литолого-текстурных различий. В этом случае стандартизации подлежат условия взаимодействия воды с породой. В наиболее типичных и представительных обстановках организуются станции, на которых устанавливаются серии стандартных таблеток из нескольких наиболее важных литолого-текстурных разновидностей породы.

3. Анализ интенсивности и динамики растворения в зависимости от физико-географических условий (климатической и высотной зональности). В этом варианте должны быть стандартизированы как образцы, так и локальные условия их размещения. Для организации станций избираются 2—3 обстановки, наиболее типичные для большинства регионов и воспроизводимые с достаточной степенью подобию.

Проводимые нами на данном этапе работы соответствуют первому направлению.

Стандартные образцы имеют вид таблеток диаметром 40—45 мм, толщиной 7—8 мм, весом 18—25 г. Они были изготовлены в большом количестве, из единой партии плотного скрытокристаллического гипса, не имеющего заметных включений, трещин и других неоднородностей, взятого из карьера у с. Кудринцы Хмельницкой области.

Подготовка таблеток включает их шлифовку, промывку,

высушивание в стандартных условиях, маркировку, начальное взвешивание. Таблетки размещаются на станциях, организованных в различных типовых обстановках взаимодействия воды с породой. Нами изучались следующие обстановки:

- 1) на высоте 1—1,5 м от земной поверхности, в условиях прямого воздействия атмосферных осадков;
- 2) в инфлюирующем потоке при входе в гипсовую толщу;
- 3) в пещерах, в слабопроточной озерной среде;
- 4) в пещерах, на участках очаговой фильтрации (под интенсивным капезом);
- 5) в пещерах, в воздухе;
- 6) в родниках, дренирующих гипсовую толщу.

Для каждой станции и таблетки оформляется соответствующая документация, отражающая условия и промежуточные результаты экспериментов.

Контрольные взвешивания производятся с периодичностью 1—4 недели, в зависимости от интенсивности растворения в конкретной обстановке. Таблетки перед взвешиванием промываются с целью устранения механических загрязнений, высушиваются в стандартных условиях (помещаются на сутки в эксикатор с хлористым кальцием).

Показатели интенсивности растворения рассчитываются в виде величин α , мг/см²·сут, и γ , мк/год (или мм/1000 лет).

Режимное изучение интенсивности и динамики растворения пород должно сопровождаться гидрохимическими исследованиями, дающими возможность определить изменчивость химического состава и агрессивности вод, а также метеогидрологическими наблюдениями.

Использование этой методики, организация широкой сети наблюдательных станций в пределах Подольско-Буковинской карстовой области позволили впервые получить объективные и сравнимые количественные показатели интенсивности растворения для типичных обстановок взаимодействия воды с породой, изучить их сезонную изменчивость.

В таблице представлены основные результаты экспериментов, а также те немногочисленные литературные данные, которые удалось привести к сравнимому виду. Имеющиеся факты свидетельствуют о значительной пространственно-ситуационной дифференциации интенсивности растворения гипсов даже в пределах единой карстовой водоносной системы. Велика и сезонная изменчивость показателей.

Интенсивность локального растворения гипсов в различных условиях

Условия эксперимента	Интенсивность растворения		Содержание сульфатов, мг/л	Минерализация, мг/л	Индекс сульфатного насыщения, Sig	Источник сведений
	$\alpha \cdot 10^3$, мг/см ² ·сут.	γ мк/год				
АЭРАЛЬНЫЕ						
В пещере Оптимистическая, на воздухе	от +25 до —19	от +41 до —30	—	—	—	ИГН АН УССР
В пещере Милевецкая, на воздухе	от 0 до —16	от 0 до —25,6	—	—	—	ИГН АН УССР
ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ						
На поверхности, у пещеры Милевецкая, на воздухе	от 0 до —46	от —19 до —73,4	15	40	—4,370	ИГН АН УССР
На поверхности, у метеостанции «Киев»	от 0 до —660	от —2 до —1030	—	—	н д	ИГН АН УССР
В пещере Милевецкая, периодич. капеж в камине	от —2 до —6	от —3 до —9,3	848	1345	—0,265	ИГН АН УССР
В пещере Атлантида, периодич. капеж в камине	от —1 до —7	от —2 до —11	—	—	н.д.	ИГН АН УССР
В пещере Оптимистическая, периодич. капеж из скважины	от —8 до —34	от —13 до —54	1100	1800	—0,15	ИГН АН УССР
В пещере Киевлянка, капеж и струи из трещины	от 0 до —300	от —2 до —470	800	1400	—0,260	ИГН АН УССР
В пещере Оптимистическая, капеж со сталактитов	от —240 до —340	от —380 до —540	940	1700	—0,140	ИГН АН УССР

Продолжение таблицы

Условия эксперимента	Интенсивность растворения		Содержание сульфатов, мг/л	Минерализация, мг/л	Индекс сульфатного насыщения, Sig	Источник сведений
	$\alpha \cdot 10^3$, мг/см ² -сут.	γ мк/год				
АКВАЛЬНЫЕ СЛАБОПРОТОЧНЫЕ						
В пещере Озерная, озеро Немо	от —18 до —21	от —28 до —33	1350	2100	+0,02	ИГН АН УССР
В пещере Золушка, разные озера	от —1 до —11	от —1,7 до —17	1500	2300	+0,07	ИГН АН УССР
В пещере Оптимистическая, озеро в Озерном районе:						
зона активного водообмена (верх. слой)	от —6700 до —8700	от —10600 до —13800	800	1500	—0,27	ИГН АН УССР
зона замедленного водообмена	от —45 до —1250 —320	от —71 до —2000 —507	1150	1900	—0,06	ИГН АН УССР
В пещере Кунгурская, озеро			—	2000	—	В. С. Лукин (по К. А. Горбуновой) по К. Л. Горбуновой
В пещере Кунгурская, озеро	от —200 до —660	от —317 до —1047	—	—	—	
АКВАЛЬНЫЕ ПРОТОЧНЫЕ						
В роднике из подгипсовых отложений блока пещеры Озерная	от —5000 до —16000	от —8300 до —27500	1300	2000	—0,01	ИГН АН УССР
В родниках из подгипсовых отложений блока пещеры Оптимистическая	от —4000 до —80000	от —6300 до —99000	1028	1682	—0,34	ИГН АН УССР
В реке Сылва (Урал)	от —158000 до —170000	от —243000 до —270000	—	400	—	В. С. Лукин (по К. А. Горбуновой) Ф. Ф. Лаптев
В дистиллированной воде	—333000	—528000	0	0	—	

Рассмотрим результаты экспериментов по типичным обстановкам.

Для изучения интенсивности и динамики растворения гипсов под прямым воздействием атмосферных осадков организованы две станции: у пещеры Милевецкая (Каменец-Подольский район Хмельницкой области) и на территории метеостанции «Киев». Установлена прямая зависимость интенсивности растворения от количества и характера осадков. Минимальные значения приходятся на периоды с устойчивыми отрицательными температурами или минимальным количеством осадков, а максимальные — на периоды с наибольшим количеством осадков при положительных температурах.

Малоисследованной обстановкой взаимодействия воды с породой являются условия воздействия воздушной влаги в пещерах. Увлажненные участки стен (поверхности породы) занимают значительные площади в привходовых частях карстовых полостей (в пределах уравнивающей микроклиматической зоны), а также нередко во внутренних частях пещерных систем. Для изучения интенсивности растворения породы в аэральных условиях были организованы две станции в пещере Оптимистическая, расположенные в переходе между Ближним и Центральным районами лабиринта, а также две станции в пещере Милевецкая, в привходовой части полости. В глубине полости прослеживается годовой ход растворения с максимальной интенсивностью процесса в зимние месяцы. В отдельные летние периоды отмечено осаждение материала. В привходовой зоне растворение образцов происходит в теплый период года, в зимние месяцы процесс растворения не наблюдается. Выявленная значительная интенсивность растворения гипсов под воздействием влаги воздуха пещер представляется важным фактором, заставляющим по новому относиться к оценке современной активности гипсового в зоне аэрации.

Весьма распространенной ситуацией взаимодействия воды с породой в гипсах является фильтрация вод из вышележащих толщ, проявляющаяся в виде капежа различной интенсивности. На участках локализованной фильтрации формируются вертикальные нисходящие каминь, широко распространенные в пещерах Подолии и Буковины. Интенсивность растворения гипсов под воздействием фильтрационного капежа наблюдается на станциях: две в пещере Оптимистическая (капез из скважины и капез со сталактитов), по одной в пещерах Милевецкая (капез в камине), Атлантида (капез в камине), Киевлянка (капез из трещины), Кристальная (капез с кристаллов). Интенсивность растворения гипсов на этих станциях различна, она подтверждена в большинстве

случаев сезонной изменчивости: в весенне-летний период интенсивность растворения увеличивается. Следует отметить, что сравнение показателей, полученных на станциях, созданных в таких условиях, затруднено (группа промежуточных условий в таблице). Степень смачивания таблеток неодинакова на разных станциях и при капееже различной интенсивности. Так, на станции в пещере Оптимистическая на одной из таблеток были отмечены следы неравномерного растворения: на фоне ровной, не корродированной поверхности отчетливо проявились борозды стока. Показатель интенсивности растворения, рассчитанный для всей поверхности образца, оказался в два раза ниже показателя, рассчитанного только для площади, затронутой растворением. В целом результаты экспериментов свидетельствуют о том, что рассматриваемая обстановка взаимодействия воды с породой характеризуется довольно высокой интенсивностью выщелачивания и ее значительной сезонной изменчивостью.

Наиболее важной обстановкой взаимодействия воды с породой является водоносный горизонт в гипсовой толще. Его «окнами» служат озера в пещерах. Для изучения этой обстановки организованы станции в пещерах: Оптимистическая — 4, Озерная — 1, Золушка — 9, а также 12 станций в скважинном варианте на участках техногенной активизации карста (Николаевском и Язовском)*. На некоторых станциях отмечена неравномерность растворения гипсовых образцов, находящихся на разной глубине озер, что свидетельствует о значительной дифференциации агрессивных свойств воды.

Для исследования этого явления проведено послойное гидрохимическое опробование на озерах пещер Оптимистическая, Озерная, Золушка. На рис. 1 отражены наиболее типичные результаты гидрохимического опробования озер. В озерах пещер Золушка и Озерная, характеризующихся высоким уровнем обводненности, изменения химического состава и агрессивности вод в зависимости от глубины не установлены. В озере же пещеры Оптимистическая с глубиной происходит резкое увеличение минерализации и снижение сульфатной агрессивности воды. В связи с этим на ряде озер в пещерах наблюдения за интенсивностью растворения велись по глубинным интервалам. В пещере Оптимистическая интенсивность растворения различна в разных слоях пещерных водоемов, что соответствует выявленной стратификации химического состава и агрессивных свойств подземных вод.

* Результаты исследований на участках техногенной активизации карста в таблицу не включены и в статье не рассматриваются в связи с недавней организацией станций и небольшой длительностью наблюдений (с 1986 г.).

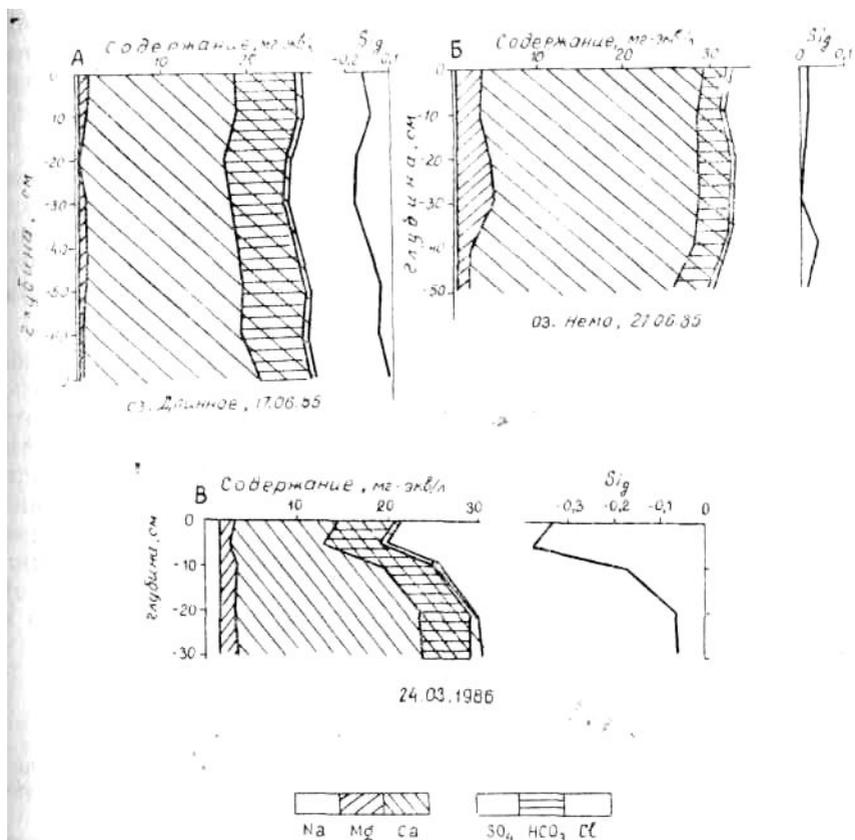


Рис. 1. Изменение по глубине химического состава и сульфатного насыщения вод озер в пещерах Золушка (А), Озерная (Б) и Оптимистическая (В)

Ход изменения интенсивности растворения на различных уровнях озера в Озерном районе пещеры Оптимистическая показан на графиках А рис. 2. Как видим, верхний, динамичный слой воды в подземных водоемах отличается высокой интенсивностью растворения, в то время как в нижних, слабопроточных, слоях интенсивность растворения гораздо ниже. Это различие отражается в морфологии подземного пространства. Изменение интенсивности растворения в целом согласуется с изменением химического состава вод (графики Б на рис. 2).

Установлена значительная дифференциация значений интенсивности растворения в водах различных блоков. В блоке пещеры Золушка, который отличается высокой степенью

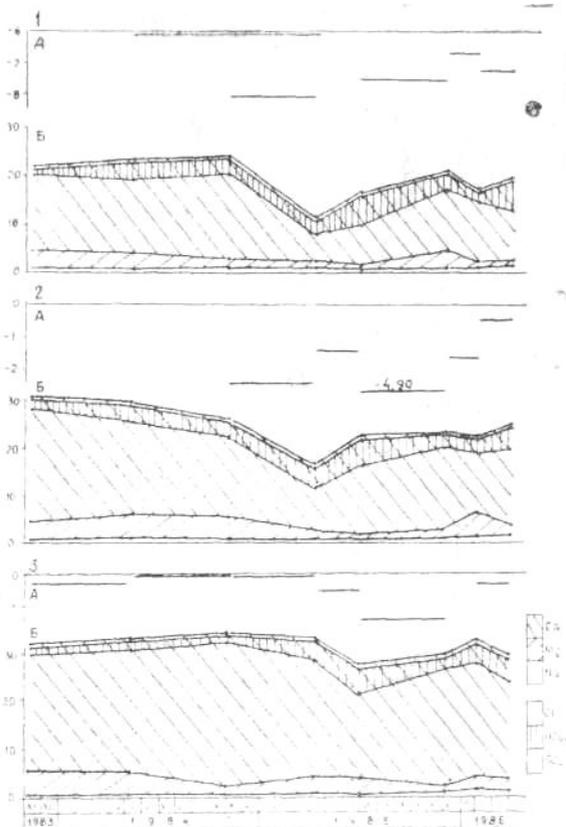


Рис. 2. Изменение показателя интенсивности растворения гипсов (А) и химического состава вод (Б) озера в пещере Оптимистическая на глубине 5 (1), 15 (2) и 25 см (3) от поверхности воды. Длина горизонтальных линий на графиках А соответствует времени нахождения таблеток на станции

обводнения, интенсивность растворения незначительна. Низкие значения интенсивности растворения характерны также для блока пещеры Озерная, который также характеризуется высоким уровнем обводнения и замедленным водообменом. Режимное изучение интенсивности растворения проводилось также на выходе водоносных систем, на родниках, дренирующих блоки пещер Озерная и Оптимистическая. В первом случае интенсивность растворения гипса сравнительно невысока. В родниках, дренирующих блок пещеры Оптимистическая,

интенсивность растворения в 5—10 раз выше. Это соответствует гидрогеологическим представлениям и гидрохимическим данным об этих блоках. Общий ход изменения интенсивности растворения гипса во всех родниках в целом согласуется с изменениями химизма вод.

Анализ полученных результатов показывает, что наибольшая интенсивность растворения характерна для аквальных проточных условий, причем ее значения зависят как от химизма вод, так и от динамики водных потоков. Показатель изменчивости интенсивности растворения гипса по сезонам может достигать 3—20.

Выявленная пространственно-ситуационная дифференциация интенсивности растворения гипсов свидетельствует об ограниченном значении интегральных оценок активности карстового процесса, полученных гидролого-гидрохимическим методом (оценок карстовой денудации), которые широко применяются при карстологических и инженерно-геологических исследованиях. Для сравнения с данными таблицы приведем значение интегральной величины карстовой денудации для блока пещеры Оптимистическая, полученное в работе [4] гидролого-гидрохимическим методом. Оно определено в $0,008 \text{ мг/см}^2\text{-сут}$ или $8 \text{ мг/см}^2\text{-сут}$ в размерности $\alpha \cdot 10^3$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбунова К. А. Карст гипса СССР. Пермь, 1977.
2. Горбунова К. А., Минькевич И. И. Изучение растворимости гипсо-ангидритовых пород в условиях Кунгурской пещеры // Методика изучения карста: Тез. докл. Всес. науч.-техн. совещания. Пермь, 1985.
3. Дублянский В. Н., Шутов Ю. И. Основные проблемы гидрохимии карбонатного карста // Землеведение. М., 1977. Т. 12 (L П).
4. Дублянский В. Н., Шутов Ю. И., Савчин М. П. и др. Сезонные особенности развития гипсового карста Приднепровской Подолии // Докл. АН УССР. Сер. «Б». 1981. № 6.
5. Климчук А. Б., Аксём С. Д. Методика изучения интенсивности и динамики локального растворения в сульфатных породах // Методика изучения карста: Тез. докл. Всес. науч.-техн. совещания. Пермь, 1985.
6. Кузнецов А. М. О выщелачивании гипса и ангидрита // Тез. Докл. Пермской карстовой конференции. Пермь, 1947.
7. Лаптев Ф. Ф. Агрессивное действие воды на карбонатные породы, гипсы и бетоны. М.; Л., 1939.
8. Порошин Ю. В. К вопросу о скорости растворения гипса подземными водами // Ежемес. Горьков. краев. упр. единой гидрометслужбы СССР. Горький, 1934. Вып. 2—3 (38—39).
9. Gams I. Comparative research of limestone solution by means of standard tablets (second preliminary report of the Commission of karst Denudation ISU) // Proceed, of the 8 th Intern. Congr. of Speleol Bowling Green. 1981. V. 1.

РАСТВОРИМОСТЬ ГИПСА РАЙОНА ПЕЩЕРЫ ЗОЛУШКА

Одним из основных условий развития карста является наличие растворимой породы и растворяющей способности природных растворов. В природных условиях интенсивность растворения пород во многом зависит от их петрографического состава. Однако на интенсивность растворения большое влияние оказывает не только состав породы, но и генетические, и приобретенные в процессе диагенеза микронарушения в кристаллах минералов-компонентов, слагающих породу. Состояние породы на микроуровне предопределяет ее физико-механические свойства, способность к растворению. На интенсивность растворения, кроме нарушенности породы, влияют факторы водной среды (скорость, температура, химический состав и т. д.).

Задачей исследования являлось установление химического состава гипсов, выявление примесей в них, определение размеров зерна и состояние кристаллической решетки минералов. Все эти факторы будут воздействовать на растворимость породы при различной скорости движения растворителя и различной температуре.

Изучаемые гипсы относятся к тирасской свите среднего подъяруса бадения неогеновой системы мощностью до 30 м. Для выяснения особенностей растворимости гипсов в зависимости от их рентгеноструктурных характеристик, наличия примесей и химического состава были отобраны 45 образцов из пещеры Золушка и 18 образцов из карьера, вскрывающего пещеру Золушка. Последние образцы были взяты через каждый метр. В лабораторных условиях определялась их растворимость при различных температурах и скоростях движения дистиллированной воды, проводилось химическое исследование образцов, а также определялись их рентгеноструктурные характеристики. По данным рентгеноструктурного анализа гипсы отличаются сравнительно высокой химической чистотой. Содержание $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ обычно достигает 95—97%. В образцах, отобранных из пещеры, содержание CaCO_3 составляет 3—7%. В основном CaCO_3 отмечен в микротрещинах гипсов. Примеси представлены соединениями кремния, железа, магния, натрия и др. Количество SiO_2 колеблется в пределах 0,11—0,98%, что объясняется присутствием в гипсе аутогенного и аллотигенного кварца. Окись трехвалентного железа представлена гематитом, принесенным

с поверхности земли в бассейн, где происходило осадконакопление гипса. В среднем гипс содержит 0,20% MgO. Его появление объясняется осолонением бассейна в процессе осадконакопления, что способствовало отложению доломита. Такие элементы, как CaO, SO₃, H₂O(400°), определяют химический состав гипса.

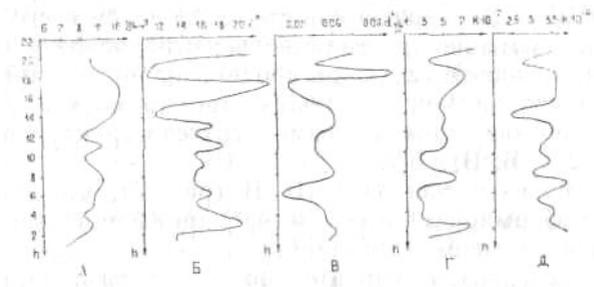


Рис. 1. Изменение химического состава гипсов и их примесей по разрезу: h — мощность пласта гипса, м

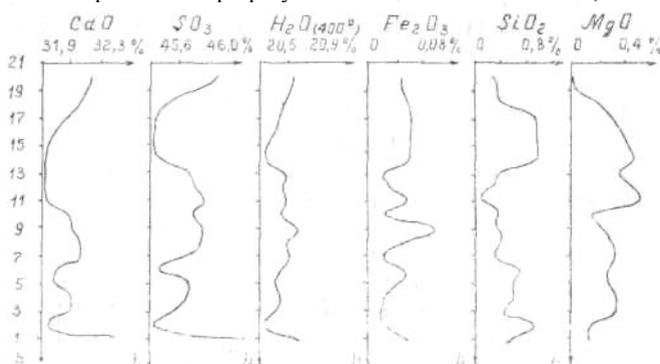


Рис. 2. Изменение рентгеноструктурных характеристик (А, Б, В); растворимости при различной скорости движения воды (Г, Д) по разрезу: А — степень деформируемости, Б — значение макронапряжений, В — степень текстурированности, Г — растворимость при скорости движения воды 0 м/мин, Д — растворимость при скорости движения воды 8,5 м/мин, h — мощность пласта гипса, м

Исходя из данных химического анализа гипса были составлены графики изменения содержания примесей в образцах (рис. 1). Судя по графикам максимальное содержание Fe₂O₃, SiO₂, MgO, Na₂O обнаружено в образцах, отобранных Ио кровли и подошвы гипсового пласта, так как в них гипс в наибольшей мере подвергается воздействию подземных вод.

Графики процентного содержания CaO , SO_3 , $\text{H}_2\text{O}_{(400^\circ)}$ почти одинакового вида, поскольку эти соединения входят в минеральный состав гипса. Изменение величины зерна гипса по разрезу показано на рис. 3 (А). Обычно нижняя часть гипсовой толщи имеет скрытокристаллическую структуру, сменяющуюся по мере продвижения вверх по разрезу мелко-, крупно- и гиперкристаллической. Величина зерна изменяется от 0,01 см в подошве пласта до 2,5—4 см в его кровле. Увеличение размеров кристаллов вверх по разрезу вызвано перекристаллизацией гипса (наиболее крупные кристаллы гипса содержат наименьшее количество примесей). Этот же вывод был подтвержден данными рентгеноструктурного анализа (рис. 2 А, Б, В).

Как видно из графиков А, Б, В (рис. 2), максимальные значения деформируемости и макронапряжений кристаллической решетки гипса характерны для кровли пласта (10 и 0,12 соответственно). Следовательно, эта часть пласта в наибольшей мере подвержена влиянию внешних факторов. Однако значения показателя текстурированности в кровле колеблются в пределах 10,3—23, что свидетельствует о процессе перекристаллизации гипса в верхней части пласта.

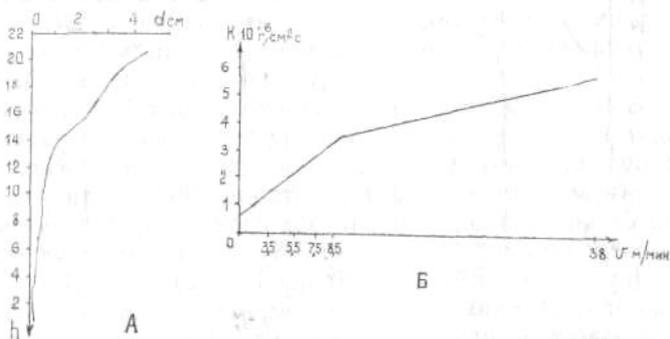


Рис. 3. Изменение размера зерна гипса по разрезу (А), средняя растворимость гипса при различной скорости движения воды (Б); К — скорость растворимости ($\text{г}/\text{см}^2\text{сек}$), h — мощность гипсового пласта, м; d — размер зерна, см

Анализ зависимости гипсов от химического состава и рентгеноструктурных характеристик позволил сделать вывод: растворимость гипса при одной и той же скорости движения воды обусловлена количеством труднорастворимых примесей в породе — с увеличением содержания примесей растворимость снижается, а при увеличении степени сохранения

кристаллической решетки гипса растворимость его уменьшается (рис. 2 Г, Д). При небольших скоростях движения воды (менее 8 м/мин) растворимость гипса возрастает прямо пропорционально повышению скорости, при большей скорости движения растворителя (до 32 м/мин) эта зависимость менее выражена (рис. 3 Б).

Таким образом, изучение растворимости гипсов по разрезу позволило установить, что основные ходы и гроты пещеры приурочены к наиболее растворимым участкам геологического разреза, т. е. к кровле гипсовой толщи.

УДК 551.448:552.53/.54: [550.81 + 550.83].028

Е. Ф. Станкевич, П. В. Вишневецкий, М. А. Виленский

ВНИИгеолнеруд, КазТИСИЗ

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОЛОСТЕЙ В СУЛЬФАТНЫХ И СУЛЬФАТНО-КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ

Под сульфатным карстом обычно понимают заполненные и незаполненные полости, образующиеся в гипсах, ангидритах и гипсоносных породах. Изучением формирования, развития и распространения сульфатного карста занимались К. А. Горбунова, В. Н. Дублянский, Б. Н. Иванов, А. Н. Ильин, В. С. Лукин, Г. А. Максимович, В. И. Мартин, И. А. Печеркин, Е. Ф. Станкевич, Н. П. Торсуев, Ю. И. Шутов и др.

Выявление карстовых пустот и зон разрушения сульфатных и сульфатно-карбонатных пород имеет большое значение для инженерно-геологической оценки территорий при строительстве, разведке месторождений гипса и ангидрита, определении мощности водоохраных целиков над разрабатываемыми залежами минеральных солей и др. Выявление и изучение полостей в указанных породах нередко происходит по материалам собственно геологических, геоморфологических, гидрогеологических и гидрохимических исследований при ограниченном использовании геофизики. Такое положение в известной степени объясняется недостаточной изученностью возможностей современных геофизических методов в плане выделения сульфатного карста. В связи с этим целесообразно шире использовать опыт решения карстолого-спелеологических задач применительно к карбонатным разрезам по геофизическим и геолого-геофизическим данным [1—3]. Отметим также, что методика геофизических работ, направленных на выявление карбонатного и сульфатного карста, принципиальных различий не имеет.

Оптимальные условия для карстования сульфатных и сульфатно-карбонатных пород с образованием в последних полостей, в том числе пещер, возникают на участках повышенной тектонической активности, в прибортовых частях долин рек и на достаточно крутых склонах. В этих случаях в породах, как правило, образуется сеть трещин, которые служат водопроводящими путями. Относительно хорошая растворимость гипса и ангидрита способствует быстрому расширению части трещин с образованием более или менее значительных пустот. В относительно же монолитных сульфатных и сульфатно-карбонатных породах карстовые полости, а чаще их системы, формируются преимущественно на контактах этих пород с вмещающими и перекрывающими образованиями [5].

Одним из важнейших и обязательных условий развития карста является залегание карстогенных пород в зонах неполного водонасыщения (активного или затрудненного водообмена). В верхней части разреза постоянно происходят водообмен и направленное движение подземных вод с выносом ими растворенного вещества, а в ряде случаев и разрушенного, но находящегося в твердой фазе. С учетом гидродинамических условий сульфатные и сульфатно-карбонатные породы интенсивно карстуются в зоне неполного водонасыщения (выше регионального базиса эрозии) и в верхней части зоны затрудненного (замедленного) водообмена [6]. С увеличением глубины залегания потенциально карстогенных пород, как правило, значительно уменьшаются скорость движения подземных вод в водоносных горизонтах, объем выносимых растворенных веществ и интенсивность карстового процесса. Последний обычно затухает в верхней трети (или половине) зоны затрудненного водообмена, мощность которой в равнинных условиях составляет 100—200 м. Закарстованные сульфатные и сульфатно-карбонатные породы, залегающие в нижней части зоны затрудненного водообмена или в зоне застойного режима, в основном формировались в предшествующие геологические периоды при другой геоморфологической обстановке и ином положении базиса эрозии.

При наличии в разрезе нескольких горизонтов сульфатных и сульфатно-карбонатных пород карстовые процессы протекают в зоне неполного водонасыщения и преимущественно в верхнем горизонте зоны затрудненного водообмена. При интенсивном антропогенном воздействии карстовый процесс может затронуть и более глубоко залегающие горизонты сульфатных и сульфатно-карбонатных пород.

Свидетельством того, что на данной площади протекают карстовые процессы и в разрезе имеются карстовые пустоты,

в том числе пещеры, является наличие провалов, воронок, рвов, оврагов и других понижений рельефа. При антропогенной интенсификации водообмена (работа крупных водозаборов, понижение уровня подземных вод при эксплуатации месторождений полезных ископаемых и строительных работах, сброс воды в поглощающие горизонты, нарушение условий просачивания вод через относительно непроницаемые породы и др.) карстовые процессы в сульфатных и сульфатно-карбонатных породах могут возобновляться и усиливаться. В этих случаях на отдельных участках изменяется карстовая обстановка и активизируются карстовые процессы, как это имело место, например, в центральной части г. Казани [4]. Искусственно созданные здесь условия для интенсификации просачивания грунтовых и канализационных вод из подвалов старых зданий способствовали выносу мелкозернистого заполнителя из пустот в карстованных сульфатных и сульфатно-карбонатных породах. Эти обстоятельства обусловили увеличение числа карстовых провалов, случаев деформации зданий и обрушения части одного из них.

Достаточно благоприятные условия для протекания карста и образования пустот возникают при переслаивании в зоне неполного водонасыщения маломощных пропластков гипса и ангидрита. При наличии в разрезе относительно мощных слоев гипса (ангидрита) карстованию подвергается обычно лишь их верхняя часть с образованием пустот преимущественно на контакте с перекрывающими породами. При этом в кровле карстующихся пластов возникает достаточно сложная сеть каверн различной глубины. По такой сети каверн, как правило, происходит сток инфильтрационных вод. Пласты гипса нередко защищают подстилающие породы от просачивания вод, вследствие чего эти породы относительно редко подвергаются карстованию. Подобное явление отмечено нами в Камскоустыинском районе Татарской АССР [5]. При этом глубина карстовых провалов в определенной степени связана с мощностью пустот в сульфатных и сульфатно-карбонатных породах, а густота провалов — с интенсивностью карстового процесса.

При изучении карстопораженности площадей и выявлении в их пределах пустот необходимо шире привлекать гидрогеологические методы. Особое внимание при этом следует обращать на режим подземного стока. Резкое изменение величины последнего и тесная связь его с количеством атмосферных осадков свидетельствуют о наличии достаточно развитой сети подземных карстовых пустот, по которым происходит отток проникающей в недра воды. При значительном объеме подземных пустот и большой скорости подземного

стока колебание уровня подземных вод может быть несущественным даже при относительно резком колебании величины подземного стока. О существовании закарстованных горизонтов, а также крупных и связанных между собой пустот можно судить также по изменениям дебита воды в скважинах при откачках из них и по возрастающему поглощению бурового раствора при проходке скважин. Большие дебиты воды в скважинах при незначительном понижении уровня воды или при отсутствии такого понижения, а также быстрое поглощение в скважинах бурового раствора позволяют предположить о наличии в сульфатных и сульфатно-карбонатных породах крупных сообщающихся карстовых пустот, которые частично заполнены или являются полыми.

Гидрохимическим показателем развития в сульфатных и сульфатно-карбонатных породах современного карста являются подземные воды, вскрываемые скважинами или выходящие на земную поверхность в виде естественных источников. Такие воды имеют сульфатно-кальциевый или сульфатно-магниевый, а нередко сульфатно-кальциево-натриевый состав с минерализацией 2—8 г/л и преимущественно относятся к типу II подземных вод, по классификации О. А. Алекина. Наличие же подземных вод типа I (по той же классификации) при любом их составе и минерализации, как правило, свидетельствует об отсутствии карстового процесса в сульфатных и сульфатно-карбонатных породах. Более сложно решить вопрос об активности карстовых процессов в этих породах при обнаружении подземных вод типа IIIA: сульфатно-кальциевого, сульфатно-кальциево-магниевого и сульфатно-кальциево-натриевого состава. При этом наиболее вероятно, что в настоящее время сульфатные и сульфатно-карбонатные породы залегают в зоне, не затронутой водообменом.

С учетом установленных возможностей применения геофизических методов в процессе выявления и изучения карбонатного карста правомерно сформулировать следующие принципы использования этих же методов с целью выделения сульфатного карста: 1) принцип аналогии, предусматривающий анализ материалов геофизических исследований карстолого-спелеологического назначения, выполненного по сходной или разной методике в различных геолого-геофизических условиях; 2) принцип подобия, базирующийся, с одной стороны, на признании определенного сходства выявляемого объекта с некоторым эталонным объектом, а с другой стороны, на допущении возможности применения типовой модели эталонного объекта для определения эффективности геологических и геофизических методов; 3) принцип оптимизации,

позволяющий оценивать геологическую результативность (информативность), экономическую эффективность (рентабельность) и конкурентоспособность отдельных методов; 4) принцип комплексирования, обеспечивающий выбор оптимального (рационального) комплекса методов.

Отмеченные методологические принципы необходимо учитывать при разработке вопросов выявления и изучения сульфатного карста по материалам геофизических исследований. Условием таких исследований является дифференциация физических свойств и петрофизических характеристик закарстованных и незакарстованных разностей сульфатных и сульфатно-карбонатных пород, материала-заполнителя полостей, а также вмещающих образований. Монолитные (неразрушенные) разности сульфатных и сульфатно-карбонатных пород, как правило, имеют повышенные значения удельного электрического сопротивления ($\rho_{уд}$ до $n \cdot 10^3$ — 10^4 Ом·м) и скорости распространения продольных волн (V_s до 6—7 км/с), обладают плотностью (σ) не менее 2—3 г/см³, характеризуются незначительными величинами магнитной восприимчивости ($\chi \leq 10$ — $100 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ) и естественной радиоактивности ($I_{\gamma} = n \cdot 10^{11}$ А/кг). Разрушенные же и закарстованные разности сульфатных и сульфатно-карбонатных пород отличаются пониженными значениями $\rho_{уд}$ (сотни — десятки Ом·м), $\sigma \leq 1,5$ —2 г/см³) и V_s (0,8—1,2 км/с). Разрушенные и неразрушенные разности сульфатных и сульфатно-карбонатных пород обычно не различаются по величинам χ и I_{γ} , значения которых однако заметно выше у глинистого материала-заполнителя карстовых полостей. Недостаточно пока изучены изменения значений теплопроводности (λ), поляризуемости (η), диэлектрической проницаемости (ϵ) и наведенной радиоактивности (I_{γ}) для отдельных разностей сульфатных и сульфатно-карбонатных пород.

С учетом изменений физических свойств и петрофизических характеристик сульфатных и сульфатно-карбонатных пород, а также особенностей строения карстующихся разрезов целесообразно формировать типовые геолого-геофизические модели (ГГМ), основным элементом которых является структурно-вещественный комплекс (СВК). В большинстве ГГМ достаточно выделять 3 таких комплекса. Одним из них служит сульфатный (или сульфатно-карбонатный) СВК, сложенный потенциально карстующимися, но не подвергнутыми разрушению породами. Этот комплекс можно считать толщей бесконечного (реже ограниченного) простирания, значительной мощности (десятки — сотни метров), различного залегания (от субгоризонтального и моноклиального в платформенных условиях до крутопадающего и

субвертикального в горноскладчатых областях). К кровле и подошве данного СВК могут быть приурочены маркирующие отражающие и преломляющие горизонты; кроме того, комплекс нередко является опорным высокоомным горизонтом с кажущимся сопротивлением (ρ_k) не менее 200—500 Ом·м.

Выше по разрезу, как правило, выделяется перекрывающий СВК, имеющий различную мощность и сложенный относительно рыхлыми и нередко заметно обводненными терригенными породами. Этот комплекс обычно характеризуется субгоризонтальным или моноклиналильным залеганием пород, которые относительно образований рассмотренного выше СВК имеют пониженные значения $\rho_{уд}$ (ρ_k), σ , V , λ и в большинстве случаев соразмерные величины χ и I_γ .

Задачи выявления и изучения сульфатного карста определяют выделение отдельных СВК той части сульфатных и сульфатно-карбонатных пород, которые закарстованы, заметно трещиноваты и повышено обводнены. Этот комплекс обычно отличается сложной морфологией, относительно небольшими размерами по вертикали и латерали. Образования данного СВК по сравнению с породами первого из отмеченных комплексов характеризуются пониженными в целом значениями $\rho_{уд}$ и ρ_k (до десятков — единиц Ом·м), σ (не более 1,5—2 г/см³) и V_s (сотни м/с). Карстовые полости, сохраняющиеся как воздушный или газовый резервуар, имеют повышенные значения $\rho_{уд}$ (ρ_k) и λ ; полости же, выполненные глинистым материалом, — пониженную концентрацию тория (C_{Th}), более высокое содержание урана и калия (C_U и C_K), а также повышенные значения комплексного

показателя $\left(\frac{C_U \cdot C_K}{C_{Th}} \right)$.

Анализ типовых ГТМ, содержащих отмеченные СВК, рассмотрение опыта и задач различных карстолого-спелеологических исследований позволяют определить комплекс геологических и геофизических методов, рекомендуемый для выявления и изучения сульфатного карста. К числу таких методов следует отнести геолого-геоморфологическое дешифрирование космо- и аэрофотоснимков, морфоструктурный анализ, инженерно-геологическую съемку, геофизические методы и математико-статистическую обработку материалов с использованием ЭВМ. Большую часть геофизических исследований целесообразно выполнять в площадном варианте методами электроразведки и каротажа; грави- и сейсморазведку, как правило, следует применять в ограниченном объеме (вдоль части профилей). На отдельных площадях

(участках) с благоприятными геолого-геофизическими условиями необходимо осуществлять межскважинное просвечивание, пенетрационные исследования, гаммаспектрометрическую, геотермическую (в том числе инфракрасную) и радиолокационную съемки.

Включение в комплекс конкретных геологических и геофизических методов (модификаций) должно базироваться на анализе геолого-геофизической, геоморфологической и гидрогеологической характеристик конкретной площади, а также на выявлении степени ее хозяйственной освоенности, застроенности и техногенной нарушенности. С учетом этих обстоятельств, а также информативности и конкурентоспособности отдельных видов исследований определяется необходимый комплекс геологических и геофизических методов. Опробование такого комплекса на отдельных участках (профилях) позволит внести в пего некоторые изменения и создать оптимальный (рациональный) комплекс методов (модификаций) для всей изучаемой территории (площади), содержащей сульфатный карст.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брашнина И. А., Лисицин В. В., Миндель И. Г. Геофизические методы изучения карста // Комплексная оценка свойств грунтов и инж.-геол. процессы. М., 1982. С. 93—102.
2. Вишневский П. В., Пинягина Л. В. Применение геофизических методов для изучения закарстованности месторождений карбонатных пород // Обзор ВНИИ экономики минерал. сырья и геол.-развед. работ (ВИЭМС). Сер. Регион., развед. и промысл. геофизика. М., 1975. С. 75.
3. Огильви А. А. Основные вопросы изучения карста геофизическими методами // Землеведение. Нов. сер. М., 1960. Т. 5 (45).
4. Станкевич Е. Ф., Субботин Р. С. Новые карстовые провалы в центральной части г. Казани // Изв. Всес. геогр. об-ва. Л., 1979. Т. III, вып. 4. С. 351—354.
5. Станкевич Е. Ф., Ступишин А. В., Субботин Р. С. Камскоустьинская спелеологическая система и некоторые вопросы сульфатного карста // Экзогенные процессы и эволюция рельефа. Казань, 1982. С. 147—163.
6. Станкевич Е. Ф., Торсуев Н. П. Карстопораженность Таманского кряжа и некоторые аспекты проблемы возраста карста // Проблемы отраслевой и комплексной географии. Казань, 1976. С. 109—122.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕЩЕР

УДК 551.44

К. А. Горбунова

Пермский университет

ИЗ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СПЕЛЕОЛОГИИ (XVIII век)

История изучения пещер тесно связана с развитием географии и геологии, археологии и этнографии. Основные этапы познания карста и пещер освещены в монографиях Н. А. Гвоздецкого [3, 4], в статьях М. А. Зубашенко, Г. А. Максимовича [6, 17], Н. П. Торсуева, К. А. Горбуновой [6, 18], Л. В. Демина и др. Ценным вкладом в историю спелеологии являются работы А. В. Ступишина [28—30], А. Н. Иванова [8—10], Д. И. Гордеева [7]. Сведения об истории исследования карста и пещер имеются в региональных работах Ш. Я. Кипиани [11], З. К. Тинтилозова, Ю. П. Пармузина, В. Н. Дублянского и А. А. Ломаева, М. М. Маматкулова, Р. А. и Ж. Л. Цыкиных и др. Библиография, касающаяся изучения пещер и карста в дореволюционный период, приведена в монографии В. А. Обручева [21]. В настоящей работе освещен период зарождения в нашей стране спелеологии как науки.

Наиболее ранние сведения о пещерах содержатся в исторических и литературных источниках. Как отмечают М. М. Маматкулов и М. А. Хашимов [19], первые данные о пещерах Средней Азии относятся ко времени походов Александра Македонского (IV в. до н. э.) в район верховьев рек Окса (Аму-Дарья) и Яксарта (Сыр-Дарья). По данным Ш. Я. Кипиани [11], пещеры Кавказа упоминаются в трудах античного времени, таких как «Аргонавтика» древнегреческого поэта Аполлония Родосского (III в. до н. э.), «География» древнегреческого географа и историка Страбона (I в.). Проявления карста отмечены в трудах ученых средневековья Бируни и Ибн-Сины (конец X и начало XI в.), грузинских исторических летописях (Картлис цховреба) XII в.

В Новгородской первой летописи старшего извода описан случай использования пещеры населением в качестве убежища в 1268 г. [17]. Пещеры упоминаются в древних русских былинах [1, 9]. Ранним историческим документом является «Книга Большому чертежу», где в дополнении, датированном 1689 г., указано: «... в горах Юрьевых в полгоры от Волги пещоры, а в них озера ледяные» [12, 16].

В первой половине XVIII в. изучение пещер связано с расширением географических исследований. В 1703 г. по указу Петра I Семен Ремезов с сыном Леонтием получили задание составить чертеж Кунгура и Кунгурского уезда. Летом того же года они выполнили «чертеж Кунгурских пещер». В «Служебной чертежной книге» Ремезовых этот чертеж не сохранился [2]. Копия его была обнаружена в архивах Академии наук, в бумагах Ф. Страленберга. Вернувшись в Швецию, он опубликовал книгу, где привел чертеж и описание Кунгурской пещеры, составленное, по мнению многих исследователей, с чужих слов. В ней упомянуты также пещеры Печорская и Обская (Надымская) и описана ледяная пещера на берегу Енисея, которую Страленберг посетил в 1722 г.

Природные условия изучаются в связи с поисками полезных ископаемых, выбором мест для строительства новых предприятий, дорог. В 1720—1724 гг. Кунгурскую пещеру в гипсах и другие карстовые формы в окрестностях Кунгура и Серги на р. Сылве исследовал В. Н. Татищев, которого Петр I назначил начальником уральских и сибирских заводов. В «Письме о мамонте», опубликованном в 1725 г. в Швеции, а также в «Примечаниях на ведомости» (1730) и рукописной работе, хранящейся в архиве Академии наук СССР, он указывает, что провальные ямы и пещеры возникли на плоских горах в известняке и гипсе под действием атмосферной воды, уходящей вглубь и собирающейся в потоки. Выход мощных подземных потоков на поверхность Татищев наблюдал вблизи Серги и в Ключах.

Получив книгу Страленберга, Татищев замечает, что автор «описует Кунгурскую пещеру весьма неправильно, ибо видимо, что он сам в ней не был, но слыша написал. Я же сам в ней был и ныне нарочно посылал чертеж учинил...» [8]. В ряде работ В. Н. Татищев упоминает о пещерах и подземных реках Сибири и юго-востока Русской равнины [31].

В. И. Геннин [5], будучи после Татищева начальником уральских и сибирских горных заводов в течение десяти лет (1724—1734), изучал природу и достопримечательности Урала, в том числе пещеры, провальные ямы, исчезающие реки. Кратко, но точно он пишет о сильной оледенелости Кунгурской пещеры, возможных причинах возникновения холода в чей, движении воздуха из пещеры.

Профессор Петербургской Академии наук И. Г. Гмелин с 1733 по 1743 г. путешествовал в составе сибирской группы второй Камчатской экспедиции. В его путевом дневнике, опубликованном в Геттингене, указывается, что он осматривал и описывал пещеры в соответствии с

пунктом 18 инструкции Академии наук. Этот пункт гласил: «Ежели какие пещеры имеются, то оные изследовать надлежит, и сколько возможно их внутренние части осматривать, не выходит ли из боков вода, не делает ли в ней камней, а буде делает, то какие и как; не находятся ли в оных пещерах источники, и какую они воду имеют, соляную ли или серную. Также и каковы они вкусом, и не оставляют ли на дне какой нибудь материал» [9].

Первой пещерой, которую посетил в 1733 г. И. Г. Гмелин в сопровождении профессора Миллера, была Кунгурская. Описание ее не было опубликовано. Копия рукописи «О Кунгурской подземной пещере» на 8 страницах с планом пещеры и видом Ледяной горы имеется в одном из «портфелей» Миллера, хранящихся в Центральном государственном архиве древних актов СССР [9, 13]. А. Н. Иванов [9] дает перевод рукописи с латинского на русский язык. Так, И. Г. Гмелин пишет, что стены пещеры состоят из гипса, как и вся гора; они неровные, местами с нависшими, близкими к падению скалами; в некоторых местах около большого озера много глыб; внутри пещера вся покрыта льдом. Он впервые обратил внимание на «грязь», состоящую из пыли алебастра, на поверхности льда и объяснил ее образование вымораживанием частичек гипса из воды. В пещере были произведены температурные наблюдения. Сравнивая Кунгурскую пещеру с другими, И. Г. Гмелин отмечает, что ее «внутренний вид часто изменяется ... старые полости иногда заваливаются, а новые в другом месте образуются». Относительно описания пещеры Страленбергом указывается, что этот исследователь ни в Кунгуре, ни в пещере никогда не был.

Во время путешествия по Сибири (1733—1742) И. Г. Гмелин посетил и описал пещеры на Енисее (выше Красноярска), на р. Мане. Как отмечает А. Н. Иванов, он не жалел сил на исследование пещер, описывал их положение, размеры, состав горных пород, отмечал наличие натеков и льда и др. И. Г. Гмелин был составителем первой в России инструкции по изучению пещер. В исследовании пещер ему помогал С. П. Крашенинников и другие участники экспедиции.

К первой половине XVIII в. относятся работы по географии грузинского ученого Вахушти Багратиони [20, с. 58—59]. В труде «Географическое описание Грузии», составленном в 1742—1745 гг., он упоминает пещеры, воклюзы, глубокие колодцы.

Гениального русского ученого М. В. Ломоносова по праву называют родоначальником современной геологии. Ему принадлежат замечательные мысли о процессах взаимодействия природных вод и горных пород.

В «Слове о рождении металлов от трясения земли», произнесенном в 1757 г., проповедуется единство процессов растворения и отложения минералов: «Между тем дождевая вода сквозь внутренности горы процеживается и распущенные в ней минералы несет с собой и в оные расселины выжиманием или капаньем вступает; каменную материю в них оставляет таким количеством, что в несколько времени наполняет все оные полости» [15, с. 332].

В прибавлении втором к работе «Первые основания металлургии» — «О слоях земных», написанном в 1757—1759 гг. и опубликованном в 1763 г., Ломоносов объясняет происхождение натечных форм в естественных и искусственных полостях: «Капль верхняя подобна совсем ледяным сосулькам. Висит на сводах штольни натуральных. Сквозь сосульки... проходят сверху вертикальные скважины разной ширины, из коих горная вода капает, долготу их наращивает и производит капль нижнюю, которая растет от падающих капель из верхних сосулук» [15, с. 561]. Образование натечков он связывает с «горными» водами, из которых выпадают минералы.

В прибавлении первом «О вольном движении воздуха, в рудниках примеченном» М. В. Ломоносов развивает представления Георгия Агриколы о движении воздуха в земных полостях применительно к системе сообщающихся вертикальных и наклонных шахт, переходящих в горизонтальные штольни. Он указывает причины движения воздуха зимой через устье полости в массив и летом в обратном направлении. В примечании 4 отмечается, что подобные явления происходят также в пещерах [15, с. 529].

В работах М. В. Ломоносова вместо термина «растворенные» минералы применяется определение «распущенные». С растворением пород ученый связывает образование новых минеральных тел. Опираясь на достижения современного ему естествознания, он рассматривает природные явления в породах как взаимодействие процессов растворения минералов водой, переноса растворенных веществ и отложения новых минералов в трещинах и полостях. Идеи М. В. Ломоносова оказали влияние на мировоззрение крупных естествоиспытателей второй половины XVIII — начала XIX в.

Современник М. В. Ломоносова П. И. Рычков [26] опубликовал первую в России работу о пещере на р. Белой (Каповой). Он утверждал, что пещеры могут образоваться «от подземного огня и от потоков подземных вод» [26, с. 219], но высказывал ошибочное мнение о том, что пещера Бельская «ежели не вся, то по большей части, руками человеческими строена». В другой капитальной работе П. И. Рычкова [27]

описаны две пещеры на склонах р. Белой, четыре пещеры в долинах ее притоков — Симы и Юрезани. В Симской и Бельской пещерах он обратил внимание на шум, вызванный, вероятно, водой или ветром.

В России конец XVIII в. был временем академических экспедиций, организованных по проекту М. В. Ломоносова. В отчетах участников экспедиций 1768—1774 гг. И. И. Лепехина, Н. П. Рычкова, П. С. Палласа, И. П. Фалька, И. И. Георги и других содержатся описания пещер, подземного льда и капельников.

Первым Оренбургским отрядом экспедиции (1768—1774) руководил молодой, но уже известный ученый-натуралист П. С. Паллас [22]. Маршрут ее проходил по Поволжью, Прикаспию, Башкирии, Уралу, Забайкалью, Сибири. Летом 1768 г. Паллас наблюдал ряд интересных явлений в известняках и гипсах Среднего Поволжья. К ним относятся сталактиты в г. Касимове, в подземелье бывшего ханского дворца, свод и стены которого были сложены из известняка. На правом берегу р. Оки, в устье р. Кутры, были отмечены две небольшие пещеры в гипсах и, кроме того, обращено внимание на более низкую летнюю температуру пещерного воздуха по сравнению с наружным и его движение. На Приволжской возвышенности, в бассейне р. Пьяны, Паллас увидел провалы, «произошедшие от подземной воды..., которая делает под землей пещеры». Он первым описал Борнуковскую пещеру в гипсах, произвел в ней температурные наблюдения [28, 29], связал явление капеза в пещере с атмосферными осадками, указал на роль речных вод в образовании пещер: эта гора «подрыта наводнениями Пьяны, текущими из горы источниками и обвалилась». Описаны также пещеры Самарской Луки, семь пещер в Башкирии, впервые отмечено своеобразие Илецких и Индерских гипсовых пещер-ледников.

Путешествуя по северо-западному Алтаю, П. С. Паллас в районе Тигерека осмотрел пещеру и обнаружил входы в другие пещеры в известняках правого берега р. Чарыша. Во время экспедиции 1793—1794 гг. он изучал вслед за И. А. Гюльденштедтом провал на горе Машук (Северный Кавказ). В крымских работах упоминаются естественные шахты на яйле, наполненные снегом [23].

Состоявший в отряде П. С. Палласа Н. П. Рычков в 1768—1770 гг. совершил несколько маршрутов по Заволжью и Приуралью и описал пещеры на берегах рек Ика и Колвы. Летом 1769 г. он обследовал в гипсах правого берега р. Ик (Башкирия) ледяную пещеру и пришел к выводу, что пещера образована водою: «Изыскивал причины от чего б

могли быть сделаны сии чудные подземные здания, принужден я был больше соглашаться, что творительницею оных есть никто иной, как вода, которой течение сокрыто в недрах сея земли» [24, с. 98]. Рычков указывает на неустойчивость сводов пещер в гипсах, их обрушение и образование на поверхности провалов. Концепция антропогенного происхождения пещер, выдвинутая его отцом — П. И. Рычковым, им отвергается.

В 1770 г. Н. П. Рычков [25, с. 114—127] посетил Дивью пещеру на Урале, где заинтересовался происхождением натеков. Известняк «приемлет различные виды от истекающих с поверхности его водяных капель, которые, садясь на твердый камень, превращаются в горный жир и, окаменев, составляют различные удивления достойные вещи».

Вторым Оренбургским отрядом экспедиции руководил И. П. Фальк, а после его смерти — И. И. Георги. И. П. Фальк в 1772 г. занимался осмотром уральских горных заводов. В его записках [32] упоминается Кунгурская пещера в гипсах и провалы по берегам рек Сылвы и Ирени. Интересно указание на связь пещеры с уровнем р. Сылвы.

И. И. Лепехин, выдающийся русский путешественник и натуралист, в 1768—1772 гг. руководил третьим Оренбургским отрядом, который исследовал Поволжье, Урал и север Европейской части России. Летом 1770 г. [14] он описал несколько пещер Башкирии. Главнейшая из них — Курманаевская, расположенная в гипсах правого берега р. Аургазы, — отличалась «теплотой», отсутствием обвалных масс, наличием вязкой глины на полу и жил селенита, отпрепарированных в виде карнизов и других «уборов» [14, с. 6—12]. В одной из пещер он обратил внимание на трубы, две из которых сообщались с поверхностью. Через подобные трубы, или «скважины», в районе Курманаевской пещеры зимой наблюдалось выделение пара. В горе Тирмен-Тау отмечено этажное расположение пещер. Нижний «погреб» заполнен льдом и водой. В двух ходах верхнего яруса И. И. Лепехин слышал шум, вызванный, по его мнению, движением воздуха или воды. Интересно указание на связь водных потоков с пещерами [с. 49].

С большим риском было сопряжено исследование пещеры Бельской (Каповой). В 1760 г. два зала этой пещеры посетил П. И. Рычков. И. И. Лепехин [14, с. 77—88] с двумя товарищами проник в гроты и проходы более чем на 1 км, преодолев глыбовые завалы, окна, уступы с помощью веревки и «лесины». Он указывает размеры гротов, отмечает наличие влаги на стенах, капли, натеков. Исследователь

предсказывал, что «замеченные в сей пещере отверстия без сомнения откроют еще великое пространство пустоты в горах содержащейся». Он не сомневался, что «сию великую в горе пустоту единственно произвела вода», а «местами наваленные беспорядочно камни без сumpнения обвалилися уже много спустя времени по происшествии пещеры».

В августе 1770 г. И. И. Лепехин посетил Кунгурскую пещеру и осмотрел воронки на Ледяной горе. Он дошел до Большого озера (более 1 км), указал длину, ширину, высоту гротов, их ориентировку, отметил наличие глыбово-обвальных масс, осыпей, труб, ледяных образований, озер [14, с. 225—234].

Лед (ледяная гора, ледяные столбы, пол, почти весь покрытый льдом) обнаружен в пещере значительно дальше современной границы оледенения. И. И. Лепехин предполагает, что пещера, вероятно, более обширна, но дальние гроты перекрыты в результате провалов.

В июне 1771 г. были обследованы пещеры в бассейне р. Яйвы. Относительно происхождения Кунгурской, а также других пещер он пишет, что она «... водному элементу начало свое долженствует, ... что нередко пещеры происходят от самого малого начала, например, от небольшой на горе впадины, в которой весенняя вода засев, год от году далее в горные проницая недра, делает пустоты, и, наконец, самые пещеры производит». Лепехин обращает внимание на роль постоянно действующих природных факторов в эволюции пещер, на взаимосвязь поверхностных и подземных форм: «Хотя под Кунгуром только одна пещера известна; однако можно думать, их много находится. Примечаемые по горам везде впадины явно о сем свидетельствуют» [14, с. 234].

И. И. Лепехин использует различные термины при описании подземных форм (грот, вертеп, отделение, ход, пролаз, проход, палата, окно, щель, труба, трубчатый гротовый камень), пещерных отложений (капи, накипи, балдахин, столб, столбики, сосули, глина, камня, глыбы, кабаны), ледяных образований (ледяной столб, сосули, ледяная гора), водопроявлений (влага на стенах, капель, озерко, озеро, ручей), звуковых явлений (горный шум). Часть этих терминов вошла в спелеологическую литературу [28].

Исследование пещер Урала и Приуралья позволило И. И. Лепехину обосновать теорию водного происхождения пещер и натеков, показать связь поверхностных форм и гротов, проследить зарождение водных потоков в пещерах. Отмечая приуроченность пещер к определенным горным породам, он считает обязательным наличие в них первичных

пустот («проницание в камне»), «ибо если бы одна вода без всякой предшедшей пустоты рождала пещеры, то во всех алебастровых и известняковых горах пещерам быть надлежало». Возникновение пещер объяснялось «разведением материи», т. е. растворением пород. В то же время подчеркивалась роль обрушений в эволюции пещер. Заслуживает внимания указание на поисковые признаки пещер: ямы (воронки) на поверхности, выход пара по трещинам зимой, внезапно появляющиеся на поверхности реки. Анализ научного наследия И. И. Лепехина дает возможность причислить его к основоположникам учения о карсте и пещерах.

В XVIII в. уже известны гипсовые и известняковые пещеры Поволжья, Урала, Сибири, некоторые из них — Кунгурская, Бельская (Каповая), Дивья и другие — детально исследованы. В начале XVIII в. в трудах русских ученых (В. Н. Татищева, И. С. Гмелина) пропагандируется идея водного происхождения пещер. В работах М. В. Ломоносова развивается учение о единстве процессов растворения и отложения минерального вещества. Во второй половине XVIII в. благодаря трудам И. И. Лепехина, Н. П. Рычкова и других утверждается теория водного происхождения пещер. Отмечается роль других природных процессов, в частности обвальных, в их формировании, связь пещер с поверхностными формами. К началу XIX в. были заложены теоретические основы учения о карстовых процессах, в частности пещерах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авенариус В. П. Книга былин. 3-е изд. Спб., 1885.
2. Андреев А. И. Очерки по источниковедению Сибири XVII в. Л., 1939 (1940).
3. Гвоздецкий Н. А. Карст. М., 1954.
4. Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практика. М., 1972.
5. Геннин В. Описание уральских и сибирских заводов, 1735 М, 1937.
6. Горбунова К. А. История изучения карстовых пещер Пермской области. Часть I. 1703—1917 гг. // Пещеры. Пермь, 1961. Вып. 1.
7. Гордеев Д. И., М. В. Ломоносов и карстование // Материалы комиссии по изуч. геол. и геогр. карста: Информ. сб. М., 1960. № 1.
8. Иванов А. Н. Татищев как исследователь карстовых явлений // Вопросы естествознания и техники. М., 1957. Вып. 4.
9. Иванов А. Н. Исследование карстовых явлений в России в первой половине XVIII в. // Учен. зап. Яросл. пед. ин-та. Ч. 2. Геогр. Ярославль, 1958. Вып. 20 (30).
10. Иванов А. Н. О первой инструкции по изучению пещер // Пещеры. Пермь, 1963. Вып. 3.
11. Кипиани Ш. Я. Карст Грузии (опыт геоморфологической характеристики). Тбилиси, 1974.
12. Книга Большому чертежу / Под ред. К. Н. Сербиной. М.; Л., 1950.

13. Косвинцев Е. Н. Кунгурская ледяная пещера (по Миллеру.) // Матер. по исслед. Камского Приуралья. Пермь, 1928. Вып. 1.
14. Лепехин И. Продолжение дневных записок путешествия академика и медицины доктора Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства в 1770 году. Спб., 1772.
15. Ломоносов М. В. Труды по минералогии, металлургии и горному делу 1741—1763 гг. // Поли. собр. соч. М.; Л., 1954. Т. 5.
16. Максимович Г. А. О первом описании ледяных пещер // Изв. Всес. геогр. об-ва. 1952. Т. 84, вып. 1.
17. Максимович Г. А. О первом указании на карстовые пещеры на территории СССР // Пещеры. Пермь, 1963. Вып. 3.
18. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области. Пермь, 1958.
19. Маматкулов М. М., Хашимов М. А. Первое упоминание о карсте Средней Азии // Вопросы инженерной геодинамики. Ташкент, 1972.
20. Марушвили Л. И. Вахушти Багратиони, его предшественники и современники. М., 1956.
21. Обручев В. А. История геологического исследования Сибири. Первый период—обнимающий XVII и XVIII века. Л., 1931.
22. Паллас П. С. Путешествие по разным провинциям Российского государства. Спб., 1809. Ч. 1; 1786. Ч. 2, кн. 1; 1786. Ч. 2, кн. 2; 1788 Ч. 3. пол. 2.
23. Паллас П. С. Краткое физическое и топографическое описание Таврической области. Спб., 1795.
24. Рычков Н. П. Журнал или дневные записки путешествия капитана Рычкова по разным провинциям Российского государства в 1769 и 1770 гг. Спб., 1770.
25. Рычков Н. П. Продолжение журнала или дневных записей путешествия капитана Рычкова по разным провинциям Российского государства, 1770. Спб., 1772.
26. Рычков П. И. Описание пещеры, находящейся в Оренбургской губернии при реке Белой... // Сочинения и переводы к пользе и увеселению служащие. Марг, 1760.
27. Рычков П. И. Топография Оренбургской, то есть обстоятельное описание Оренбургской губернии, сочиненное Императорской Академии наук корреспондентом Петром Рычковым. Спб., 1762. Ч. 1—2.
28. Ступишин А. В. Материалы по истории отечественного карстования (феодальный период 1689—1891 гг.) // Учен. зап. Казан. ун-та. Кн. 2. Геогр. Казань, 1955. Т. 115.
29. Ступишин А. В. Первые температурные наблюдения в пещерах // Изв. Всес. геогр. об-ва. 1956. Т. 88, вып. 4.
30. Ступишин А. В. О вкладе М. В. Ломоносова в карстование // Вопросы геоморф. Средн. Поволжья: Учен. зап. Казан. ун-та. Казань, 1963. Т. 123, кн. 3.
31. Татищев В. Н. Избранные труды по географии России. М., 1950.
32. Фальк И. П. Записки путешествия академика Фалька // Полн. собр. ученых путешествий по России. Спб., 1824. Т. 6.

РАБОТЫ Г. А. МАКСИМОВИЧА ПО ВОПРОСАМ МОРФОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ ПЕЩЕР

Г. А. Максимович начал изучение пещер в 1930 г. Краткие сведения о его деятельности в области спелеологии приведены в ряде работ [1, 2, 18, 19].

Тезисы и доклады Г. А. Максимовича включены в издания III (Австрия), IV (Югославия), V (ФРГ) и VI (Чехословакия) международных спелеологических конгрессов. На VI конгрессе он был награжден золотой медалью и Почетной грамотой за исследования в области карста и спелеологии. Работы по спелеологии посвящены различным вопросам.

1. *Распределение подземных полостей по гидродинамическим зонам и развитие карстовых пещер.* Подземные карстовые полости рассматриваются на генетической основе. Кроме известных характеризуются полости, возникшие в зоне вертикальной нисходящей циркуляции: карстовые шахты и пропасти, а также вертикальные пещеры и сложные карстовые системы. Последние представляют собой полости, заканчивающиеся горизонтальными ходами, или сочетание карстовых шахт с несколькими ярусами горизонтальных ходов [3]. В зоне вертикальной восходящей циркуляции полости образуются обычно по трещинам вертикальных тектонических нарушений. Возникновение их редко обусловлено действием холодных восходящих вод. Чаще это пещеры, образованные термальными водами. Данные обобщены в главе VI «Гидротермокарст» монографии «Основы карстоведения». Это первая обстоятельная сводка о гидротермокарсте в мировой литературе. Подтверждается верность предположения о большой роли гидротермокарста в глубинных зонах земной коры, в частности, в складчато-глыбовых областях. В Родопах (Болгария) в докембрийских мраморах на глубине 609,9 м скважинами была скрыта огромная полость с горячей водой. Высота ее более 1,3 км.

Полости, возникшие в зонах сезонного колебания уровня карстовых вод (переходной), горизонтальной и сифонной циркуляции, рассмотрены во второй части 1 тома «Основ карстоведения», названной «Вопросы спелеологии» [3]. Разработан вопрос о полостях зоны поддолинной (подрусловой) циркуляции. Описаны также субмаринные карстовые источники, связанные с пещерами водоносными полостями,

находящимися в стадии формирования напорными карстовыми водами. Следует отметить также работы по корреляции пещер и речных террас.

Большое внимание уделяется этапам образования горизонтальных карстовых пещер в известняках и гипсах. Вместо стадий развития пещер В. М. Девиса (юность, зрелость, старость, дряхлость), не имеющих конкретного морфолого-гидрогеологического выражения, Г. А. Максимович выделил четко определяемые стадии: трещинную, щелевую, каналовую, коридорную, коридорно-гrotовую, натечно-осыпную, обвально-цементационную. Залегающие неглубоко карстовые тоннели имеют следующую эволюцию: тоннель → тоннель с провальным окном → тоннель с двумя окнами, тоннель со многими провальными окнами → карстовый мост → карстовая арка → карстовая долина с нависающими сводами → карстовая долина.

В 1946 г. выделены гидрогеологические стадии развития пещер: напорная, воклюзовая, пещерно-речная, пещерно-озерная, капезная, конденсационная [2]. Л. И. Маруашвили, приняв эту схему за основу, внес в нее некоторые изменения. В 1969 г. Г. А. Максимович публикует работу, где приводит многообразные схемы развития пещер. В этом же году издаются труды V Международного спелеологического конгресса (ФРГ), включившие его работу о пещерах гипсового карста и стадиях их развития. Освещается вопрос о карстовых мостах и арках. В 1963 г. публикуется статья и издается 1 том «Основ карстоведения», в сборнике «Пещеры» вводится постоянный раздел «Карстовые тоннели, мосты и арки». Заслуживает внимания сводка и классификация подземных мостов в пещерах (1970) [2].

2. *Морфология пещер.* Г. А. Максимович впервые в СССР классифицирует пещеры в плане (линейные, прямоугольные, перистые, решетчатые). Всеобщее признание получила его работа о генетическом ряде натечных карбонатных отложений пещер, впервые опубликованная в 1965 г. [2]. Было показано, что форма водных карбонатных отложений на полу и потолке пещер зависит от парциального давления CO_2 и величины притока воды в карстовую полость. При больших притоках кальцит отлагается на полу пещер и только при малых, в стадии капеза и конденсации — на потолке. На последней стадии образуются различные эксудаты—эксцентрики.

Необходимо отметить обстоятельство сводок о кальцитовых плотинах пещерных озер или гурах [2], опубликованных в 1971, 1973, 1974 гг. Они составлены на основе изучения

388 пещер Европы, Азии, Африки, Австралии, Америки и Океании.

Вопрос о льде пещер занимает важное место в исследованиях Г. А. Максимовича. Изучаются ледяные образования Кунгурской пещеры, разрабатывается морфолого-генетическая классификация пещерного льда, рассматривается география карстовых ледяных пещер на планете. Глава «Пещерные льды» в «Основах карстоведения» [3] является первой обстоятельной сводкой такого рода. В 1946, 1963 гг. издается инструкция по изучению пещерного льда и ледяных пещер [2].

Г. А. Максимовичем описаны также морфология и распространение на земле таких органогенных отложений пещер, как фосфориты и мумиё.

В 1962 г. им предложены получившие признание понятия плотности и густоты пещер. Дана классификация пещер по величине общей площади и объему (1969), введено понятие об удельном объеме пещер. Этот показатель, называемый в литературе коэффициентом Максимовича, имеет генетическое значение.

Предложено деление пещер по длине и глубине. Начиная с 1958 г. публикуется информация о длиннейших и глубочайших пещерах СССР и мира. Интересны классификации пещерных натеков по длине и величине поперечника, их плотности, т. е. по количеству на единицу площади (1970, 1971).

3. *Морфология и генезис пещер в гипсе, псчм меле, коралловых рифах, известковых туфах, а также гидротермокарстовых.* Первая сводка о гипсовом карсте была составлена в 1954 г.; выводы, полученные на основе ее анализа, вошли в доклад на Всесоюзном карстовом совещании в Москве (1956). Сводка о гипсовых пещерах опубликована в 1968 г. В докладе на V Международном спелеологическом конгрессе в Штутгарте рассмотрены основные стадии развития пещер в гипсе (1969).

Г. А. Максимовичу принадлежит первая сводка о карсте мела и его пещерах (1964). Во втором томе «Основ карстоведения» приведен список пещер в псчм меле, возникающих не столько в результате растворения, сколько благодаря механическому выносу частиц по трещинам.

Одной из разновидностей карбонатных карстующихся отложений современной морской обстановки являются коралловые рифы Тихого, Индийского и Атлантического океанов, а также Красного, Карибского и других морей. В зоне горизонтальной

циркуляции карстовых вод под растворяющим действием атмосферных осадков, а также в береговых обрывах на коралловых островах в результате морского прилива возникают карстовые, волноприбойные абразионные и карстово-абразионные пещеры. В 1976 г. Г. А. Максимович опубликовал сводку «Пещеры и карст коралловых островов» [8], где определил характер впадин и пещер в этих своеобразных карбонатных отложениях на островах Атлантического, Тихого и Индийского океанов.

На совещании по редким типам карста в 1975 г. Г. А. Максимович сделал доклад о карсте травертинов, известковых туфов, магнезитов и сидеритов. В нем упоминались и пещеры в родниковых карбонатах. Обычно объем родниковых туфов и травертинов невелик. Исключением являются известковые туфы Красной пещеры в Крыму. Параллельно с накоплением известковых туфов происходит их растворение. В результате появляются своеобразные формы, в частности пещеры. В 1978 г. Г. А. Максимович опубликовал сводку «Пещеры родниковых и речных туфов», где описаны пещеры Венгрии, ФРГ, Югославии, Испании, Швейцарии, Западной Башкирии. Пещеры небольшие, часто первичные сингенетические, длиной 20—25 м при максимальной протяженности до 147 м. В них встречаются кальцитовая кора, сталактиты, подземные озера [15].

Особое место в исследованиях Г. А. Максимовича занимают работы о карсте термальных вод и гидротермокарсте, в которых показаны особенности морфологии и генезиса гидротермокарстовых пещер [3].

4. *Пещеры в вулканических отложениях, а также абразионные.* Пещеры в вулканических отложениях разделяются на эффузивные, денудационные, полигенетические. Приводится список наиболее известных пещер в вулканических отложениях. Для лавовых тоннелей выделен морфологический генетический ряд их разрушения в результате выветривания и обрушения: тоннель → тоннель с одним провальным окном → тоннель с двумя и более провальными окнами → природный мост → природная арка → ложбина. В трещинах вулканических отложений возникают суффозионные пещеры. Гидрогеологический режим таких пещер-источников, а также обводненных лавовых пузырей развивается по схеме: пещера с потоком → пещера с озером → сухая пещера.

Абразионные пещеры морских побережий и островов описаны в работе «Морские пещеры — чудеса Мира» (1972). В

ней показан сложный генезис прибрежных пещер Капри, в том числе знаменитого Лазоревого грота, а также Фингаловой пещеры и др.

Список опубликованных работ Г. А. Максимовича по вопросам морфологии и эволюции пещер приведен в библиографическом исследовании «Георгий Алексеевич Максимович» [2]. В этот список вошли работы, написанные с 1927 по 1974 гг. Работы, имеющие отношение к данной проблеме и опубликованные позже, включены в библиографический список.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архидьяконских Ю. В., Тюрина И. М. Георгий Алексеевич Максимович (К семидесятилетию со дня рождения) // Гидрогеология и карстоведение. Пермь, 1974. Вып. 5. С. 251—253.

2. Георгий Алексеевич Максимович. Библиография. Пермь, 1975.

3. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963. Т. 1; 1969. Т. II.

4. Максимович Г. А. Карст травертинов, известковых туфов, магнезитов и сидеритов // Гидрогеология и карстоведение. Пермь, 1975. Вып. 7. С. 29—46.

5. Максимович Г. А. Полезные ископаемые и вещества пещер // Гидрогеология и карстоведение. Пермь, 1975. Вып. 6. С. 140—149.

6. Максимович Г. А. Восьмилетние итоги и задачи изучения карста и пещер в СССР // Пещеры. Пермь, 1976. Вып. 16. С. 5—20.

7. Максимович Г. А., Попов В. Г., Абдрахманов Р. Ф. и др. Условия формирования и карстовые пещеры известковых туфов Западной Башкирии // Пещеры. Пермь, 1976. Вып. 16. С. 88—96.

8. Максимович Г. А. Пещеры и карст коралловых островов // Пещеры. Пермь, 1976. Вып. 16. С. 107—121.

9. Максимович Г. А. Удельный объем некоторых крупных гротов, шахт и пещер // Пещеры. Пермь, 1976. Вып. 16. С. 145—146.

10. Максимович Г. А. Количество туристических пещер в странах зарубежной Европы // Пещеры. Пермь, 1976. Вып. 16. С. 148—149.

11. Максимович Г. А. Использование природных и искусственных пещер // Гидрогеология и карстоведение. Пермь, 1977. Вып. 8. С. 108—116.

12. Максимович Г. А. Карст и пещеры // Рассказы ученых. Пермь, 1977. С. 90—106.

13. Максимович Г. А., Маматкулов М. М., Алимов А. Пещеры среднеазиатского типа карста // Пещеры. Пермь, 1978. С. 25—34.

14. Максимович Г. А. Туристские пещеры СССР и их посещаемость // Пещеры. Пермь, 1978. С. 86—87.

15. Максимович Г. А. Пещеры родниковых и речных известковых туфов // Карст мраморов, доломитов, рифов, известковых туфов и галогенных отложений: Тез. докл. Пермь, 1978. С. 66—68.

16. Максимович Г. А. Карст и пещеры современных рифов // Карст мраморов, доломитов, рифов, известковых туфов и галогенных отложений: Тез. докл. Пермь, 1978. С. 53—54.

17. Максимович Г. А., Максимович Е. Г. Пещеры и карст коралловых островов // Пещеры. Пермь, 1981. С. 6—16.

18. Михайлов Г. К., Бельтюков Г. В. Работы Г. А. Максимовича по спелеологии // Пещеры. Пермь, 1964. Вып. 4 (5). С. 113—117.

19. Шимановский Л. А., Шурубор А. В. Георгий Алексеевич Максимович — основатель кафедры динамической геологии и гидрогеологии // Проблемы гидрогеологии и карста. Пермь, 1984. Ч. 1. С. 16—19.

УДК 551.44(571.53) (091)

А. Г. Филиппов, В. Г. Вологодский

Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии,
геофизики и минерального сырья

К ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ СУЛЬФАТНОГО КАРСТА
И ПЕЩЕР ПРИАНГАРЬЯ



В ряду исследователей сульфатного карста и пещер Приангарья видное место занимает сибирский геолог Герман Пантелеймонович Вологодский (1913—1982). Ему принадлежит ряд обобщающих работ по карсту и карстовым пещерам Приангарья и Иркутском области [1—7].

Наибольшее внимание Г. П. Вологодский уделял карсту Южного Приангарья, поскольку с конца 50-х гг. началось интенсивное освоение берегов будущего Братского водохранилища. Результатом обобщения полевых наблюдений и рассеянных в многочисленных рукописных отчетах и литературных источниках

карстологических материалов явилось районирование карста этой территории [1]. Г. П. Вологодским были опубликованы сводки по карсту и карстовым водам того же района и территории всего Братского водохранилища [2, 3]. Более полно описан гипсовый карст в отложениях ангарской свиты нижнего кембрия и верхоленской свиты верхнего кембрия. Приведены материалы детального изучения Балаганской ледяной пещеры, большая часть заложена преимущественно в сульфатных породах (ангидритах, гипсах, ангидрит-доломитах), меньшая — в доломитах и известняках ангарской свиты и гипсово-мергельных породах осипского горизонта верхнего кембрия. Протяженность ходов ее достигает 1200 м, объем пещеры составил 4800 м³.

Особенностью научного творчества Г. П. Вологодского является комплексность подхода к исследованию карста; он

уделял внимание различным аспектам карстования: геологическому, геоморфологическому, гидрогеологическому, инженерно-геологическому, спелеологическому. Примером служат упомянутые статьи, а также разделы по карстовым водам в коллективных монографиях «Инженерная геология Прибайкалья» [4], «Гидрогеология СССР» [5], «Подземные воды Иркутского угленосного бассейна» [7] и др.

Герман Пантелеймонович Вологодский родился в г. Красноярске 20 мая 1913 г. в семье служащего. В 1930 г. закончил среднюю школу и поступил работать старшим монтером на Красноярский телеграф. С 1934 по 1939 г. учился на геологическом факультете Иркутского университета. Во время полевых практик Г. П. Вологодский работал старшим коллектором в Ямаровской партии (1938) и геологом в Хамар-Дабанской геолого-съёмочной партии Восточно-Сибирского геологического треста.

По окончании обучения был оставлен на факультете в должности научного работника кафедры минералогии и петрографии. В летние периоды участвовал в экспедициях, организованных Восточно-Сибирским геологическим управлением в Тагул-Туманшетском междуречье, Могочинском районе, бассейнах рек Чикоя и Ингоды. С 1942 г. работал старшим геологом в геотехнической станции службы пути Восточно-Сибирской железной дороги, а с 1943 по 1945 гг. — начальником геолого-разведочной партии конторы карьерного хозяйства службы пути Белорусской железной дороги. За добросовестную службу награжден медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне». С 1945 по 1953 гг. Г. П. Вологодский занимал пост начальника геологической группы Дорожной проектной конторы Восточно-Сибирской железной дороги.

С 1953 г. Г. П. Вологодский работал в Восточно-Сибирском геологическом институте ВСФ АН СССР (ныне Институт земной коры) на должности вначале младшего, а затем — старшего научного сотрудника, где изучал карст Иркутской области. В 1965 г. он участвовал в работе IV Международного спелеологического конгресса в Югославии. В 1961 г. им защищена кандидатская диссертация «Карст Южного Приангарья». В 1970 г. Г. П. Вологодский был избран на должность доцента кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Иркутского политехнического института. За время работы им опубликованы 24 научных статьи и монографии; кроме того, он соавтор 12 научных отчетов. Наиболее важным трудом является монография «Карст Иркутского амфитеатра» [6]. На протяжении ряда лет Г. П. Вологодский

исследовал карст, инженерно-геологические условия, пещеры Прибайкалья. Он оказывал большую помощь спелеологам-общественникам в организации поездок, выборе направлений поисков и изучения пещер. Именем Г. П. Вологодского названа пещера в мраморах на берегу Байкала, недалеко от бухты Ая.

РАБОТЫ Г. П. ВОЛОГОДСКОГО, СОДЕРЖАЩИЕ СВЕДЕНИЯ О
СУЛЬФАТНОМ КАРСТЕ И ПЕЩЕРАХ ПРИАНГАРЬЯ

1. Вологодский Г. П. Районирование карста Южного Приангарья // Тр. 2-го совещания по подземным водам и инженерной геологии Восточной Сибири. Иркутск, 1959. Вып. 3. С. 92—104.
2. Вологодский Г. П. Карст // Братское водохранилище. М., 1963. С. 153—168.
3. Вологодский Г. П. Карст Южного Приангарья//Инженерно-геологические особенности Приангарского промышленного района и их значение для строительства. М., 1965. С. 49—106.
4. Вологодский Г. П. Карст//Инженерная геология Прибайкалья. М., 1968. С. 111—117.
5. Вологодский Г. П. Карст // Гидрогеология СССР. М., 1968. Т. 19. С. 69—80.
6. Вологодский Г. П. Карст Иркутского амфитеатра. М., 1975. 124 с.
7. Подземные воды Иркутского угленосного бассейна / Ред. В. Г. Ткачук. М., 1961. 216 с.

УДК 551.49:551.44

Ю. А. Ежов, В. С. Лукин

Кунгурский стационар Уральского отделения АН СССР
ПЕРВЫЙ ДИРЕКТОР КУНГУРСКОГО СТАЦИОНАРА

Кунгурский стационар создан в 1952 г. на базе карстово-спелеологической станции Московского университета им. М. В. Ломоносова. Перед стационаром ставились задачи изучения сульфатного карста и подземных вод Среднего Предуралья, проведения режимных и экспериментальных исследований в Кунгурской ледяной пещере. Большую роль в становлении стационара как научной организации сыграл Дмитрий Васильевич Рыжиков — его первый директор.

Д. В. Рыжиков родился 11 сентября 1901 г. в крестьянской семье с. Полтавского Петропавловского уезда Акмолинской губернии (ныне Северо-Казахстанская область). В мае 1919 г. он окончил Петропавловское реальное училище. После службы в Красной Армии в 1920—1922 гг. Д. В. Рыжиков работал в системе народного образования. В 1925 г. он становится студентом Саратовского университета, который

успешно закончил в 1929 г. по специальности инженера-гидрогеолога.

Д. В. Рыжиков в должности инженера-гидрогеолога работает в Казахстане и Туркмении. В середине 1930-х гг. он проявляет интерес к вопросам рудничной гидрогеологии: изучает гидрогеологические условия ряда месторождений полезных ископаемых Урала, руководит работами по составлению гидрогеологической карты Урала в Уральском геологическом управлении. В марте 1944 г. Д. В. Рыжиков успешно защищает в Уральском филиале АН СССР кандидатскую диссертацию «Гидрогеология и карст Петропавловской бокситоносной полосы» (оппоненты — академик Л. Д. Шевяков и член-корреспондент АН СССР Д. В. Наливкин). Тематика диссертации определила всю дальнейшую деятельность Д. В. Рыжикова. В 1945 г. он был принят на должность старшего научного сотрудника Горно-геологического института УФАН СССР, а в сентябре 1951 г. назначен заведующим лабораторией гидрогеологии и инженерной геологии. В апреле 1952 г. ему поручается исполнение обязанностей директора вновь организуемого при Кунгурской пещере стационара УФАН СССР. В 1953 г. постановлением бюро Совета филиалов АН СССР Д. В. Рыжиков утвержден директором Кунгурского стационара УФАН СССР.

Стационар начал исследование вод и карстовых явлений в гипсоангидритовых и карбонатных породах Урала и Предуралья. Детальное изучение условий строительства и хозяйственного водоснабжения в сложной инженерно-геологической обстановке интенсивно закарстованных пород сразу же приобрело теоретическую и практическую актуальность.

Д. В. Рыжиков внес вклад и в отечественную карстологическую науку. Изучая гидрогеологические условия бокситовых месторождений Урала, он обратил внимание на своеобразие динамики трещинно-карстовых вод, особенно их гидрогеологического режима. Творческое использование сравнительного метода позволило Д. В. Рыжикову обнаружить важнейшие гидрогеологические отличия карстовых областей от некарстовых. В их числе он отмечал значительное преобладание подземного стока над поверхностным, частичное или полное исчезновение поверхностных водотоков в закарстованных породах, существование подземных рек, наличие мощного гидравлически связанного водоносного горизонта, приуроченность разгрузки карстовых вод к долинам крупных рек при выходе их из карстовой области, несоответствие подземных и поверхностных водоразделов, этажность пещерных галерей и др.

Анализ особенностей карстовых областей позволил Д. В. Рыжикову составить представление о базисах стока карстовых вод, «борьбе» этих базисов за дополнительные области питания, обусловленной эпейрогеническими движениями, о тенденции карстовых вод снижать свой уровень в соответствии с положением базисов стока. Практическое значение его исследований выразилось в использовании их результатов при решении важнейших народнохозяйственных вопросов. Д. В. Рыжиков вскрыл закономерности динамики карстовых вод и одним из первых в отечественной науке сделал попытку создать общую теорию карстового процесса. Основные свои идеи он изложил в докторской диссертации «Карстовые области Урала», которая осталась незащищенной. Его монография [5] переведена в Китайской народной республике. Научная и организационная деятельность Д. В. Рыжикова оказала большое влияние на формирование взглядов молодых ученых, работавших вместе с ним.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ Д. В. РЫЖИКОВА

1. О карсте и закономерностях его развития // ДАН СССР. 1947. Т. 58. № 6.
2. О природе карста и основных закономерностях его развития // Тез. докл. Молотов, карст, конференции. Молотов, 1947.
3. О природе карста // ДАН СССР. 1948. Т. 60, № 5.
4. О гидрогеологическом характере карстовых процессов // Зап. Урал. геол. об-ва. 1948. Вып. 2.
5. Природа карста и основные закономерности его развития // Тр. ГГИ УФАН СССР. 1954. Вып. 21.
6. О развитии депрессионной воронки в карстовых областях // ДАН СССР. 1956. Т. 109, № 1.
7. О некоторых новых чертах гидрогеологического режима карстовых областей в естественных и нарушенных условиях // Тез. докл. на науч. совещ. по изуч. карста. М., 1956. Вып. 8.
8. О барражах в карстовых областях и их гидрогеологическом изучении // ДАН СССР. 1958. Т. 119, № 3.
9. О критике работы Д. В. Рыжикова «Природа карста и основные закономерности его развития» // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1958. № 8.
10. О выветривании известняков // Тр. ГГИ УФАН СССР. 1959. Вып. 42.
11. О гидрогеологическом режиме карстовых областей в естественных и нарушенных условиях // Тр. ГГИ УФАН СССР. 1959. Вып. 32.
12. Карстовые явления района Губахи // Зап. Урал. филиала геогр об-ва СССР. 1960. Вып. 1 (3).

ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ПЕЩЕР

В. П. Коржик

Черновицкая территориальная гидрохимлаборатория водоохраны ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ОХРАНЫ ПЕЩЕР ЗАПАДНЫХ ОБЛАСТЕЙ УКРАИНСКОЙ ССР

В Закарпатской, Львовской, Ивано-Франковской, Тернопольской, Хмельницкой и Черновицкой областях изучено свыше 200 естественных подземных полостей. Спелеокарстологический облик территории определяют полости в гипсо-ангидритах верхнего тортона, среди которых выделяются Оптимистическая (162 км), Озерная (105 км) и Золушка (свыше 80 км).

В связи с размещением полостей на территории плотного заселения, высокой степени сельскохозяйственной и промышленной освоенности в последнее столетие резко возросла роль антропогенной составляющей спелеогенеза, иногда отрицательно влияющей на состояние этих полостей.

Одной из действенных спелеоохранных мер административного уровня является практика заповедания наиболее ценных и крупных карстовых пещер, оформление их памятниками природы, охраняемыми государством. На 1 января 1986 г. статус заповедных геологических объектов имели 52 пещеры (табл.), в том числе 12 — республиканского

**Спелеологические заповедные объекты западных областей
Украинской ССР**

Область	Заповедные пещеры			Пещеры — историко-археол. памятники	Организации-гаранты заповедного режима			
	республиканского ранга	местного ранга	всего		сельсовет	колхоз	лесозащитно-агитирующая организация	прочие
Закарпатская	—	16	16	2	—	—	3	13
Ивано-Франковская	—	2	2	—	2	—	—	—
Львовская	—	4	4	3	—	—	—	4
Тернопольская	7	14	21	2	9	5	3	4
Хмельницкая	1	1	2	—	1	—	—	1
Черновицкая	4	3	7	2	—	6	1	—
Всего	12	40	52	9	12	11	7	22

значения. Относительная доступность и, как следствие, неудовлетворительное состояние части пещер (Атлантида, Баламутовская, Вертеба и др.) требуют разработки и принятия более радикальных охранных мер. Необходимо создание эталонной сети охраняемых пещер. Учреждение новых геологических памятников природы в соответствии с установленным порядком (решение облисполкомов и вышестоящих органов) необходимо сопровождать разработкой конкретных в каждом случае положений о заповедном природном объекте и выбором полномочного и дееспособного гаранта соблюдения спелеоохранного режима — организации, учреждения, хозяйства. Целесообразно принятие специальных решений советских органов, акцентирующих внимание на необходимости проведения карсто- и спелеоохранных мероприятий организациями-землепользователями и гарантами заповедного режима.

Насущной задачей является передача природоохранных функций территориальным спелеологическим клубам, функционирующим под эгидой областных организаций Украинского общества охраны природы и других природоохранных государственных органов, повышение их роли путем предоставления указанным клубам прав юридического лица и возможностей самостоятельной финансово-хозяйственной деятельности. Опыт охраны таких пещер, как Оптимистическая, Озерная, Золушка, находящихся «под опекой» соответственно Львовского, Тернопольского и Черновицкого спелеоклубов, свидетельствует о перспективности предложенного.

Для пресечения попыток неконтролируемого посещения следует добиваться установления заграждающих решеток, дверей, а в необходимых случаях производить засыпку, тампонаж либо бетонирование входов. Борьба с повреждением полостей немыслима без разработки юридических мер по предъявлению исков к нарушителям и начислению нанесенного ущерба. Для усиления государственного контроля и повышения ответственности гарантов ряд наиболее значительных пещер региона целесообразно перевести в ранг заповедных геологических объектов союзного значения.

Как свидетельствует отечественный и зарубежный опыт, наибольший спелеоохранный эффект достигается в том случае, когда полости используются для тех или иных нужд рекреации, туризма и хозяйства. Поэтому основной задачей специалистов должна быть разработка предварительных рекомендаций по эксплуатации спелеоресурсов. Первоочередными объектами комплексного освоения могут стать такие пещеры, как Золушка и Атлантида, которые имеют наиболее выгодное экономико-географическое положение.

Несомненно, спелеоохранные мероприятия должны включать контроль за санитарным состоянием карстовых водосборов, в первую очередь воронок, служащих зонами питания карстовых подземных вод. Загрязнение галерей таких пещер, как Пионерка, Баламутовская, Дуча, произошло по причине устройства в прошлом в питающих их воронках свалок и скотомогильников. Контроль за соблюдением природоохранного законодательства в таких случаях по примеру черновицкого спелеоклуба может и обязана осуществлять заинтересованная в этом спелеологическая общественность.

НОВОСТИ СПЕЛЕОЛОГИИ

СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ В СССР В 1986—1987 годах

Крым. В 1987 г. московскими спелеологами было найдено продолжение шахты Каскадная (—400 м), которое было обследовано до сифона на глубине 630 м. После прохождения третьего сифона (90 м) в пещере-источнике Алешина Вода (Долгоруковская яйла) протяженность пещеры возросла до 1,5 км.

Подолія. Львовские спелеологи картировали 1200 м в новой гипсовой пещере, вскрытой карьером.

Кавказ. Было продолжено изучение Цхалтубской пещерной системы, суммарная протяженность пещер которой превысила 13 км. Это пещеры Цхалтубская-Глиана (длина около 5 км, обследовано 15 сифонов), Офичо (3,2 км, 4 сифона), Бгери (1,7 км), Мелоури (2 км) и др.

У подножия Рачинского хребта спелеоподводниками были обследованы пещеры-источники, крупнейшие из которых — Сакишоре (4,5 км) и Цивцкала (1 км, 6 сифонов). В пещерах Шараула и Кидобана были пройдены длинные сифоны: 145 м и 110 м. В урочище Ципурия (массив Мингария) московскими спелеологами изучены три новых шахты: Замшевая (глубина 310 м, протяженность 1 км), Листопадная (—280 м, 1,8 км), Красавица (—140 м). На массиве Асхи челябинские спелеологи прошли до глубины 280 м шахту Суворовскую; шахта 5-03 обследована ими до —270 м. На плато Ачибах летом 1987 г. было начато исследование новой глубокой шахты Квартет (—340 м).

В восточной части Бзыбского хребта, близ вершины Хипста, на высоте 2350 м над уровнем моря, была найдена и пройдена спелеологами МГУ до —300 м шахта Вулкан. Окрашивание подземной реки в пещерной системе Снежная подтвердило ее связь с одним из вкловзов в русле реки Хипста, а также с источником Мчишта. В августе 1987 г. погружение красноярских спелеологов в этот источник увенчалось успехом. Трое спелеоподводников под руководством П. Миненкова преодолели глубокий (—45 м) 300-метровый сифон и обследовали 500 м большой галереи с подземной рекой.

На западе Бзыбского массива томскими спелеологами пройдена до —700 м шахта Графский Провал. В урочище Абац спелеологи Украины и Урала (Пермь) продолжили исследование шахты им. В. Пантюхина (—650 м). На глубине 800 м они обнаружили 200-метровый отвесный колодец, а затем — серию завалов. Летом 1987 г. им удалось выйти в широкую обвальную галерею с периодическими сифонами и спуститься по ней до глубины 1465 м. Пещера имеет шансы стать глубочайшей в мире.

Многочисленные экспедиции были проведены на массив Арабика. В восточной его части, близ вершины Хырка, красноярские спелеологи прошли одну из шахт до —510 м. В этом же районе московские спелеологи достигли глубины 427 м в одной из ветвей шахты им. А. Веревкина. В соседней троговой долине минскими спелеологами исследованы две шахты глубиной 290 и 250 м. На севере массива спелеологи Москвы продолжили изучение шахты Московская, ранее обследованной до —380 м. Прохождение пещеры осложнялось из-за мощного подземного ручья, питаемого большим снежником. На глубине 970 м исследователи были остановлены узкой щелью.

Таблица 1

Длинейшие карстовые полости СССР

Название	Карстовая область	Протяженность, м
1. Оптимистическая	Днестровско-Причерноморская	157000
2. Озерная	—>—	107300
3. Золушка	—>—	82000
4. Кап-Кутан-Промежуточная	Гиссаро-Алайская	46100
5. Большая Орешная	Саянская	36000
6. Кристальная	Днестровско-Причерноморская	22000
7. Млынки	—>—	19100
8. Снежная-Меженного	Большой Кавказ	19000
9. Кулогорская	Валдайско-Кулойская	14100
10. Красная	Крымская	14000
11. Гаурдакская	Гиссаро-Алайская	11010
12. Воронцовская	Большой Кавказ	10640
13. Ящик Пандоры	Салаиро-Кузнецкая	10100
14. Сумган-Кутук	Уральская	9860
15. Дивья	—>—	9750
16. Фестивальная	Гиссаро-Алайская	8000
17. Вертеба	Днестровско-Причерноморская	7820
18. Кизеловская	Уральская	7600
19. Киндерлинская	—>—	6700
20. Осенняя-Назаровская	Большой Кавказ	6500
21. Хашим-Ойык	Гиссаро-Алайская	6100
22. Баджейская	Саянская	6000
23. Конституционная	Валдайско-Кулойская	5880
24. В. Илюхина	Большой Кавказ	5870
25. Кунгурская	Уральская	5600
26. Олимпийская	Валдайско-Кулойская	5500
27. Цхалтубская-Глиана	Большой Кавказ	5000
28. Сакишоре	Большой Кавказ	4500
29. Геофизическая	Гиссаро-Алайская	4300
30. Кумичевская	Валдайско-Кулойская	4170
31. Абрекила	Большой Кавказ	4000
32. Абсолютная	—>—	4000
33. Женевская	Саянская	4000
34. Сынгараук	Уральская	4000
35. Алтайская	Саянская	3574
36. Хлебодаровская	Уральская	3550
37. Таш-Юрак	Гиссаро-Алайская	3500
38. Пропащая Яма	Уральская	3460
39. Ленинградская	Валдайско-Кулойская	3400
40. Геологов-2	Уральская	3300

Окончание табл. 1

Название	Карстовая область	Протяженность, м
41. Куйбышевская	Большой Кавказ	3250
42. Офичо	—»—	3200
43. Прощальная	Приморская	3200
44. Пехоровская	Валдайско-Кулойская	3180
45. Напра им. Зубени	Большой Кавказ	3170
46. Ломоносовская	Валдайско-Кулойская	3127
47. Майская	Большой Кавказ	3110
48. Географическая	—»—	3100
49. Троя	Валдайско-Кулойская	3100
50. Кубинская	Саянская	3000
51. Каптархана	Гиссаро-Алайская	3000
52. Бойбулак	—»—	3000

В пещере Юбилейная, относящейся к той же гидрологической системе, красноярские спелеоподводники преодолели третий сифон (130 м), за которым обследовали около 1 км ходов до глубины —300 м.

В центральной части массива московские спелеологи, а также спелеологи Ленинграда, Ростова и Каунаса продолжали прохождение пещерной системы им. В. Илюхина. Летом 1986 г. на глубине 980 м здесь был пройден второй сифон (55, —15 м), затем был обследован каскад колодцев до третьего сифона (—1220 м). В августе 1987 г. удалось пройти третий (50, —13 м) и погрузиться в четвертый (110, —22 м) сифон. Глубина пещеры возросла до —1240 м, протяженность — до 5,9 км.

Таблица 2

Глубочайшие карстовые полости СССР

Название	Массив (регион)	Глубина, м
1. В. Пантюхина	Бзыбский (Кавказ)	1465 **
2. Снежная-Меженного	—»—	1370
3. В. Илюхина	Арабика (Кавказ)	1240**
4. Куйбышевская	—»—	1110**
5. Киевская	Кырктау (Тянь-Шань)	990
6. Московская	Арабика (Кавказ)	970 **
7. Напра им. Зубени	Бзыбский (Кавказ)	956
8. Пионерская	—»—	815 *
9. Форельная	—»—	740
10. Графский провал	—»—	700**
11. Каскадная	Ай-Петри (Крым)	630**
12. Уральская им. Зенкова	Байсунтау (Тянь-Шань)	565
13. Парящая Птица	Фишт (Кавказ)	535
14. Ручейная-Заблудших	Алек (Кавказ)	510

Название	Массив (регион)	Глубина, м
15. П-3/2 (Ганди)	Арабика (Кавказ)	510*
16. Осенняя-Назаровская	Алек (Кавказ)	500
17. Майская	Дженту (Кавказ)	500
18. Солдатская	Караби (Крым)	500
19. Бойбулак	Сурхангау (Тянь-Шань)	500**
20. Ноктюрн	Бзыбский (Кавказ)	462
21. Алексинского	—»—	450
22. Октябрьская	Алек (Кавказ)	450
23. Генрихова бездна	Арабика (Кавказ)	450**
24. Фестивальная	Байсунтау (Тянь-Шань)	435**
25. Сувенир	Бзыбский (Кавказ)	430
26. А. Веревкина	Арабика (Кавказ)	427*
27. Нежданная	Ахцу (Кавказ)	420
28. Ахтиарская	Арабика (Кавказ)	410
29. Весенняя	Бзыбский (Кавказ)	403
30. Нахимовская	Караби (Крым)	372
31. Студенческая	Бзыбский (Кавказ)	350
32. Квартет	Ачибах (Кавказ)	340**
33. Крубера	Арабика (Кавказ)	340**
34. Экологическая (Кёкташ)	Семинский (Алтай)	340
35. Школьная	Алек (Кавказ)	320
36. Каньон	Бзыбский (Кавказ)	320**
37. Загеданская	Загедан (Кавказ)	320*
38. Абсолютная	Лагонаки (Кавказ)	320
39. Ростовская	Загедан (Кавказ)	318*
40. Сверхглубокая	Загедан (Кавказ)	315*
41. Географическая	Алек (Кавказ)	310
42. Замшевая	Мингария (Кавказ)	310*
43. Вулкан	Бзыбский (Кавказ)	300*
44. Юбилейная	Арабика (Кавказ)	300**
45. Черкесская	Загедан (Кавказ)	280
46. Листопадная	Мингария (Кавказ)	280
47. Суворовская	Асхи (Кавказ)	280**
48. Минская	Арабика (Кавказ)	280**
49. Кубинская	Саяны (Сибирь)	274
50. Дружба	Караби (Крым)	270
51. Урупская	Загедан (Кавказ)	270
52. ЛКТ	Бзыбский (Кавказ)	270*
53. 5-03	Асхи (Кавказ)	270*
54. Университетская	Хош-Харарогский (Кавказ)	+265
55. Величественная	Алек (Кавказ)	260
56. Молодежная	Караби (Крым)	260

Название	Массив (регион)	Глубина, м
57. Берчильская	Арабика (Кавказ)	260
58. Медограбинская	(Кавказ)	251
59. Улучурская	Каржантау (Тянь-Шань)	250
60. Отвесная	Абишера-Ахуба (Кавказ)	250
61. Вахушти Багратиони	Арабика (Кавказ)	250
62. Черепашьа (МН-53)	—»—	250**
63. Надежда	Бзыбский (Кавказ)	250 **
64. Воронцовская	Ахцу (Кавказ)	240
65. Алтайская	Семинский (Алтай)	240
66. Изабелла	Бзыбский (Кавказ)	240
67. СОАН-техническая	Семинский (Алтай)	230 **
68. Каньон	Лагонаки (Кавказ)	225
69. Ткибула-Дзеврула	Ткибульский (Кавказ)	220
70. Гигантов	Алек (Кавказ)	220
71. Кульская	Кыркау (Тянь-Шань)	220
72. Золотой Ключик	Апшерон (Кавказ)	220
73. Туткушская (Куюмская)	Семинский (Алтай)	218 **
74. Багьянская	Бзыбский (Кавказ)	210
75. КТ-70	Кыркау (Тянь-Шань)	210
76. Ход Конем	Чатырдаг (Крым)	210
77. Юбилейная	Байсунтау (Тянь-Шань)	210**
78. Поисковая	Ахцу (Кавказ)	210
79. Белорусская	Бзыбский (Кавказ)	210
80. Ход в Преисподнюю	Большой Тхач (Кавказ)	208
81. Медвежья	Алек (Кавказ)	205
82. Вдовиченко	Ай-Петри (Крым)	205
83. Карровая	Арабика (Кавказ)	202
84. Севастопольская	Ай-Петри (Крым)	200
85. Валера	Ахцу (Кавказ)	200
86. Университетская	Кыркау (Тянь-Шань)	200

* — предварительные данные; ** — предварительные данные, прохождение продолжается

В шахте Куйбышевская спелеологи Киева преодолели километровый рубеж, спустившись на глубину 1110 м. Нижняя часть пещеры представляет собой систему небольших колодцев и наклонных меандров, выводящую в три крутонаклонных зала, суммарная глубина которых —110 м. В них проведены большие работы по раскапыванию завалов, скрывающих активный водоток. В расположенной выше шахте Крубера на глубине 100 м было преодолено сужение хода, после чего удалось спуститься до —340 м. Ниже входа в Куйбышевскую расположена шахта Генрихова Бездна (—360 м), в которой киевскими спелеологами обнаружена новая ветвь с отметки —150 м, пройденная до —450 м.

Средняя Азия. Московские спелеологи увеличили протяженность пещерной системы Кап-Кутан — Промежуточная (хребет Кугитангтау) до 46,1 км. Обследована большая затопленная полость в зоне подземного дренажа этой системы, глубина погружений достигла —58 м.

Спелеологи Урала продолжили изучение полостей в юго-западной части Гиссарского хребта. На массиве Ходжа-Гур-Гур-Ата (хребет Байсунтау) обследованы крупные полости Фестивальная (—435 м, 8 км), Юбилейная (—210 м, 830 м), Берлога (—160 м, 1,5 км), Учительская (2000 м). На массиве Чуль-Баир (хребет Сурхантау) пройдена до глубины более 500 м пещера Бойбулак. Протяженность ее около 3 км.

В шахте Киевская на массиве Кырктау свердловские спелеологи исследовали от отметки —740 м приток, пройдя вверх на 120 м. На соляном куполе Ходжа Мумин в Таджикистане новосибирские спелеологи изучили 49 новых пещер, среди которых две крупные полости — Соленое Чудо протяженностью 870 м и шахта Вершинная глубиной 121 м.

Сибирь. Протяженность крупнейшей в мире пещеры в конгломератах — Большая Орешная (Саяны) — увеличена красноярскими спелеологами до 36 км. Ими же изучается пещера Женевская в известняках, протяженность которой превысила 4 км. Новосибирскими спелеологами обследованы на Алтае две новые пещеры глубиной более 200 м.

Проведенные исследования позволили внести значительные изменения в перечни длиннейших и глубочайших пещер СССР. В табл. 1 и 2 приведены данные на 1 декабря 1987 г.

А. Б. Климчук, В. Э. Киселев

ДЛИННЕЙШИЕ И ГЛУБОЧАЙШИЕ ПЕЩЕРЫ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

За последнее время значительно возросло количество изученных пещер Пермской области, уточнены размеры некоторых ранее известных карстовых полостей. В исследовании пещер принимали участие спелеологи городов Перми, Кизела, Березников, Свердловска, Губахи. Большой вклад в изучение карста Пермской области внесли спелеологи и карстоведы Пермского университета. С 1984 по 1987 г. в области обследовано и закартировано 42 пещеры общей протяженностью 8948 м. Из них девять карстовых полостей вошли в список крупнейших пещер Пермской области. Уточнены размеры шести ранее известных пещер длиной более 100 м.

На 1 января 1984 г., по данным С. В. Валуевского, было изучено 285 карстовых полостей области протяженностью 43482 м. На 1 июня 1987 г. закартировано 349 пещер сульфатного и карбонатного карста длиной 52430 м.

Пещеры Пермской области протяженностью более 500 м составляют 6,3%, протяженностью более 1000 м — 6,3%, а карстовые системы длиной более 5000 м — 13% общего числа пещер данной длины в СССР. Таким образом, в области сосредоточено большое количество значительных и больших пещер.

В марте 1986 г. спелеологи Пермского университета исследовали пещеру Темная. Протяженность шахты составила 1300 м, а глубина достигла 130 м. Она относится к классу больших. В мае 1986 г. спелеологи г. Кизела обнаружили и закартировали новую карстовую систему. Пещера названа Параллельной. Ее длина составила 406 м, а глубина 47 м. Пещера Параллельная вошла в число длиннейших и глубочайших пещер Пермской области. В настоящее время в Пермской области известно 19 карстовых полостей глубже 20 м. Глубина пещеры Геологов-2 и Темная

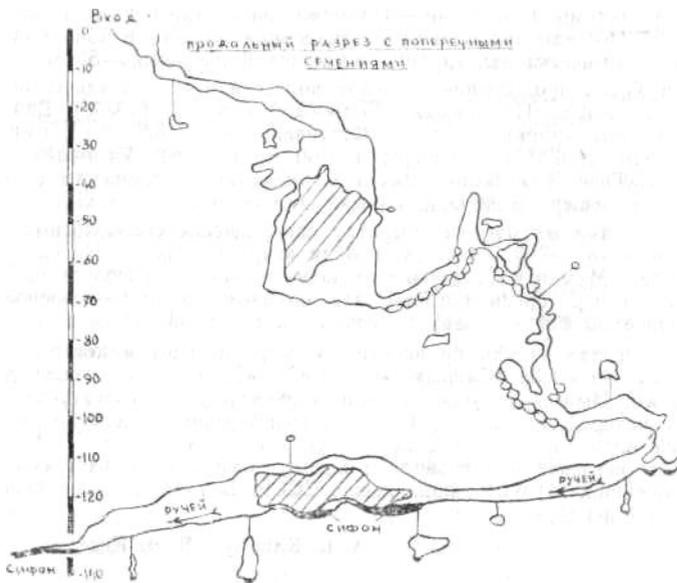


Рис. 1. Шахта Темная (съемка спелеосекции Пермского университета)

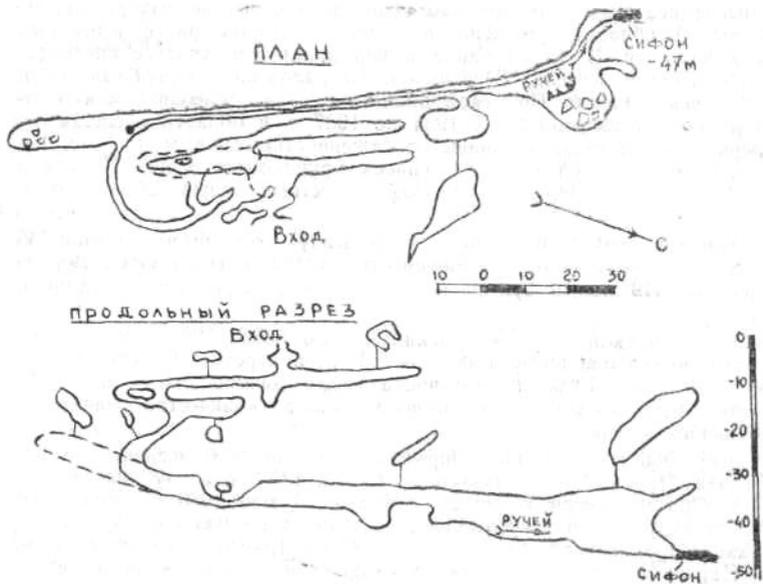


Рис. 2. Пещера Параллельная (съемка спелеосекции г. Кизела)

превысила 100 м. Они занимают на Урале соответственно 2-е и 3-е место. В Кизеловско-Яйвинском карстовом районе находится 15 глубочайших полостей. Пещеры карбонатного карста широко распространены в области. В настоящее время известно 247 полостей карбонатного карста протяженностью 37392 м, т. е. 71% всех пещер Пермской области.

Таблица 1

Длинейшие пещеры Пермской области

	Название	Карстовый район	Протяженно- сть, м	Тип карста
1	Дивья	Поллодовский	9720	К
2	Виашерская	Кизеловско-Яйвинский	7370 *	К
3	Кунгурская Ледяная	Кунгурско-Иренский	5600	С
4	Геологов-2	Кизеловско-Яйвинский	3400	К
5	Российская	Кизеловско-Яйвинский	1450	К
6	Зуятская	Нижнесылвенский	1410*	С
7	Темная	Кизеловско-Яйвинский	1300 *	К
8	Н. Михайловская-2	Кунгурско-Иренский	1028	С
9	Мариинская	Кизеловско-Яйвинский	1000	К
10	Малая Дивья	Краснокамско-Полазнецкий	1000 **	С
11	Кизеловская (Медвежья)	Кизеловско-Яйвинский	710	К
12	Б. Махневская	Кизеловско-Яйвинский	584	К
13	Обвальная	—»—	525	К
14	Б. Пашийская	Пашийско-Чусовской	522	К
15	Чудесница	—»—	512	К
16	Тайн	Кизеловско-Яйвинский	508	К
17	Геологов-1	—»—	500	К
18	Уинская Ледяная	Кунгурско-Иренский	460	С
19	Кичменская Ледяная	Нижнесылвенский	460	С
20	Параллельная	Кизеловско-Яйвинский	406 **	К
21	Ребристая	—»—	400**	К
22	Б. Мечкинская	Нижнесылвенский	350	С
23	Оптимист	Кунгурско-Иренский	310 **	С
24	Закурьинская	Нижнесылвенский	300	С
25	Октябрьская-2	—»—	290	С
26	Б. Велсовская	Верхневишерский	280	К
27	Емельяновская	Кизеловско-Яйвинский	250 *	К
28	Голубое Озеро	Пашийско-Чусовской	240 **	К
29	Монастырская 2	Нижнесылвенский	228	С
30	Наклонная	Кизеловско-Яйвинский	200 *	К
31	Октябрьская 1	Нижнесылвенский	194	С
32	Черная	Верхневишерский	192	К
33	Обманка 2	Пашийско-Чусовской	191	К
34	Динамитная	Кизеловско-Яйвинский	189	К
35	Б. Поньшская	Пашийско-Чусовской	188 *	К

Окончание табл. 1

	Название	Карстовый район	Протяженно- сть, м	Тип карста
36.	Пономаревская	Кунгурско-Иренский	185	С
37.	Ладейная	Кизеловско-Яйвинский	160	К
38.	Б. Опокинская	Опокинский	160	К
39.	Первомайская	Кизеловско-Яйвинский	160	К
40.	Тихого Камня	—»—	155	К
41.	Б. Куртымская	Пашийско-Чусовской	150	К
42.	Косьвинская	Кизеловско-Яйвинский	143	К
43.	Безгодовская	—»—	135	К
44.	Расик	—»—	134	К
45.	Уинская 3	Кунгурско-Иренский	121	С
46.	Органная	Средневишерский	120	К
47.	Настенькина	Кунгурско-Иренский	115	С
48.	Глухая Ледяная	Пашийско-Чусовской	115	К
49.	М. Махневская	Кизеловско-Яйвинский	110	К
50.	Усьвинская 1	—»—	110	К
51.	Надладейная 1	—»—	103	К
52.	Пономаревская 3	Кунгурско-Иренский	103**	К
53.	Подземных Охотников	Кизеловско-Яйвинский	100	К
54.	Казаевская Верхняя	Кунгурско-Иренский	100	С
55.	Моностырская 1	Нижнесыльвинский	100	С
56.	Снежинка	Кизеловско-Яйвинский	100**	К
57.	Бурцевская	Кншертско-Суксунский	100	С
58.	Золотой Каньон	Кизеловско-Яйвинский	100**	К
59.	Назаровская	Пашийско-Чусовской	100**	К

К — карбонатный карст,

С — сульфатный карст,

* — размеры пещер уточнены

** — пещеры, открытые и исследованные в 1984—1987 гг.

Таблица 2

Глубокие пещеры Пермской области

Название	Карстовый район	Амплитуда, м	Протяжен- ность, м
1. Геологов-2	Кизеловско-Яйвинский	135	3400
2. Темная	—»—	130	1300
3. Российская	—»—	79	1450
4. Косьвинская	—»—	76	143
5. Наклонная	—»—	65	200
6. Б. Глухая	Пашийско-Чусовской	56	80
7. Обвальная (Максимовича)	Кизеловско-Яйвинский	49	525

Название	Карстовый район	Амплитуда, м	Протяжен- ность, м
8. Мариинская	—>—	47	1000
9. Параллельная	—>—	47	406
10. Кизеловская (Вишерская)	—>—	45	7370
11. Кизеловская (Медвежья)	—>—	35	710
12. Емельяновская	—>—	33	250
13. Назаровская	Пашийско-Чусовской	28	100
14. Дивья	Полюдовский	28	9720
15. Геологов-1	Кизеловско-Яйвинский	27	500
16. Правый Сапог	—>—	25	25
17. Левый Сапог	—>—	23	23
18. Динамитная	—>—	22	189
19. Первомайская	—>—	22	160

С. В. Валуйский, В. В. Родионов, И. А. Белокрыс

ПЕЩЕРА ТЕМНАЯ

Пещера Темная находится в окрестностях г. Губахи, в 2 км от ст. Половинка Пермской области. Она расположена на территории Губахинского участка Кизеловско-Яйвинского спелеорайона Западно-Уральской карстовой провинции. Пещера приурочена к известнякам визейского яруса нижнего карбона. Вход в нее находится в борту карстовой воронки диаметром 6 м и глубиной 2 м. Входное отверстие треугольной формы имеет высоту 1,2 м при ширине в основании 0,8 м. Пещера условно поделена на старую часть, описанную в 1961 г. [2], и новую, открытую в 1986 г. спелеологом Пермского университета Э. Р. Рамизовым. Старая часть пещеры представляет собой систему проходов и гротов, развитых по трещинам северного и западного простирания. Этажи полости соединены наклонными переходами и колодцами.

Пещера формировалась по двум взаимно перпендикулярным системам тектонических трещин. В настоящее время она находится в промежуточной стадии развития — от натечно-осыпной к обвальнo-цементационной в зоне переходной и горизонтальной циркуляции карстовых вод. Полость ступенчатого типа.

В пещере отмечены все типы отложений [1]. Обвальные отложения в виде глыб размером от нескольких сантиметров до нескольких метров распространены повсеместно, остаточные отложения представлены глиной бурого и красного цвета. Водномеханические отложения, состоящие в основном из мелкого щебня, находятся на участках появления сезонных водотоков в новой части пещеры. Водно-хемогенные отложения встречаются в отдельных частях пещеры в виде натечных форм и сталагмитов, в целом для Темной они не характерны. Гидрогенный пещерный лед представлен сталактитами и сталагмитами, гетерогенный лед встречается в виде покрова на глиняных отложениях пола. Органогенные отложения представлены скоплением костей и гуано рукокрылых. В пещере обнаружено скопление гальки плоской формы, состоящей из кварцевого песчаника, характерного для визейской угленосной толщи нижнего карбона.

Вероятно, галька была принесена в полость ранее существовавшим постоянным водотоком. Интересны цилиндрические стяжения кремния диаметром 6—7 см, выступающие из известняка. По данным описания шлифов кремнь бесцветный, неоднородный, микрзернистый, неслоистый, халцедоновый, с включением кальцита.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963.
2. Шумков В. М. Пещера Темная//Пещеры. Пермь, 1965. Вып 5(6).

Г. Л. Мичкова, Р. Б. Нурдидинова

ОБ ОТКРЫТИИ ПЕЩЕРЫ ДЖУРИНСКАЯ

В декабре 1986 г. спелеологами клуба «Циклоп» и турклуба «Родина» львовского Дворца пионеров была открыта новая пещера возле с. Нагорьяны Залещинского района Тернопольской области, получившая название Джуринская. Вход в пещеру находится на дне провальной воронки, недавно образовавшейся в результате работ в гипсовом карьере. Лабиринт заложен в неогеновых гипсах левого борта долины р. Поросянка (приток р. Джурин) в междуречье рек Джурин и Тупа.

Длина пещеры составляет 1135 м, площадь 2330 м², объем 4100 м³, удельный объем, по Г. А. Максимовичу, 3,6 м³/м. Лабиринт представляет собой систему субмеридиональных галерей шириной 3—6 м в ближней части и 1,5—3 м, имеющих простирание 50—70°, — в дальней. Галереи соединены узкими и низкими извилистыми ходами. В сечении больших галерей прослеживается три яруса.

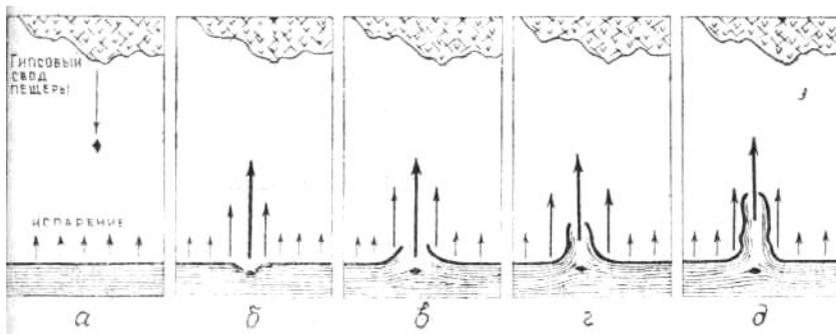
Пещера необыкновенно богата вторичными хемогенными минералами. Ниши и стены нижнего и среднего ярусов покрыты друзами гипсовых кристаллов различного цвета и габитуса. Средняя длина кристаллов 15—20 см, в отдельных случаях — до 70 см. Встречаются антодиты («гипсовые цветы»), образующие спирали с 2—3 витками длиной до 7 см. Скопления белоснежных игольчатых агрегатов на дне пещерных ходов образуют «молочные реки» длиной до 10 м. Нередки сторичные карбонатные образования различной формы.

Разнообразие вторичных минеральных форм, легкодоступность пещеры, близость туристических баз порождает необходимость превращения пещеры Джуринской в заповедник.

М. П. Савчин, А. В. Медведев, Н. Н. Остьянова, И. И. Турчинов

ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫЕ СТАЛАГМИТЫ В ПЕЩЕРЕ ЗОЛУШКА

Пещера Золушка вскрыта карьером при добыче гипса. До заложения карьера карстовые пустоты были обводнены. Откачка воды из карьера привела к осушению полостей. Уровень воды понизился на 10—16 м. Ранее единый водоносный горизонт распался на многочисленные высыхающие озера со своеобразным гидродинамическим и гидрохимическим режимом с разным уровнем водных зеркал. В результате резкого изменения окислительно-восстановительных условий в пещере сформировались различные геохимические барьеры комплексного типа. Озера характеризуются гидрогеохимической зональностью (по минерализации, рН, Eh и т. д.). На окислительном биогеохимическом барьере в течение нескольких лет накопилось значительное количество гидроксидов железа и марганца — в виде ярко-красных и синевато-черных пленок, слоев и пластов толщиной



Стадии образования железо-марганцевых сталагмитов

0,003—0,3 м. Гидрооксиды железа представлены рентгено-аморфной фазой $\text{FeOON} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, марганца — минералом бернесситом $\text{Ca}_{0,60}\text{K}_{0,07}\text{Ni}_{0,08}\text{Mn}_{1,43}^{3+}\text{Mn}_{5,57}^{4+} \cdot \text{O}_{14} \cdot 5,9 \text{H}_2\text{O}$. Своеобразной реакцией на высыхание явилось превращение гидрооксидов в порошок, а также формирование из них сталагмитов, конкреций, гроздьевидных и почковидных агрегатов. Железистые сталактиты длиной до 30 см, диаметром 1—2 мм обладают концентрическим строением, марганцевые, длиной до 6—8 см, состоят из мелких кристалликов и имеют вид дендритов.

Особый интерес представляют железо-марганцевые сталагмиты. Они обнаружены в двух районах пещеры — Метрополитен и Голландский сыр. Сталагмиты приурочены к локальным участкам площадью 1—2 м², где сосредоточены железо-марганцевые отложения в порошкообразном или пастообразном состоянии, характеризующиеся четко выраженной слоистостью. Чередуется слои (0,1—5,0 мм) с различной интенсивностью окраски. Сталагмиты состоят преимущественно из гидрооксидов железа, они отличаются отчетливо проявившейся концентрической слоистостью. Их высота 10—30 см, диаметр 2—8 см. Диаметр сталагмитов не изменяется от основания до верха. Стенки их неровные. Вершины сталагмитов слабовыпуклые, внутри они полые. Процесс образования сталагмитов представлен на рис.

В результате локального нарушения целостности недавно образованного переувлажненного слоистого железо-марганцевого тела (рис. а), например, вследствие падения небольшого обломка со свода пещеры, в месте нарушения происходит усиленное испарение влаги. Края лунки, пробитой обломком, постепенно теряют влагу, деформируются, подкручиваются. Вокруг лунки наблюдается разуплотнение железо-марганцевого осадка, что стимулирует дальнейшее испарение влаги, вызывает миграцию к ней (в форме коллоидов) гидрооксидов железа. Благодаря непрерывному движению их к краям лунки они «наращиваются» (рис. г), образуя своеобразные сталагмиты (рис. д).

Таким образом, железо-марганцевые сталагмиты пещеры Золушка представляют собой одну из форм деформации пещерных отложений, обусловленную их «усыханием». Толщина стенок сталагмитов зависит прежде всего от глубины проникновения обломка, упавшего в пастообразный осадок, а затем — от характера миграции гидрооксидов. Скорость роста сталагмитов определяется, видимо, интенсивностью процесса обезвоживания, которая может быть обусловлена степенью увлажненности субстрата, количеством влаги в пещерном воздухе, интенсивностью воздухообмена. Вероятно, именно особые микроклиматические условия определили местонахождение сталагмитов только на небольших участках

двух из многих районов пещеры. Время, за которое образовались сталагмиты, составляет от нескольких до 10—15 лет. Это легко определить, зная возраст карьера и характер водопонижения в пещере. В настоящее время сталагмиты находятся на стадии разрушения — из-за общего усыхания пещеры. Видимо, через несколько лет эти интересные уникальные пещерные образования исчезнут.

В. Н. Андрейчук, С. Н. Волков

СПЕЛЕОЭКСПЕДИЦИИ АЙАСТАН-85 И АЙАСТАН-86

В июле—августе 1985 г. и сентябре 1986 г. черновицкие спелеологи совместно со спелеологами проектной конторы Главного управления по охране и использованию памятников истории и культуры при Совете министров Армянской ССР организовали поисково-разведывательные экспедиции в северные отроги Айцзорского хребта (Ехегадзорский административный район АрмССР).

Сильнодислоцированные карстующиеся породы — конгломераты и брекчиевидные известняки мела и палеогена — сравнительно узкой полосой вытянуты вдоль северных склонов Айоцзорского антиклинория. Определяющую роль в формировании полостей по трещинным системам сыграли новейшие тектонические движения неогена и антропогена.

Произведена топосъемка 15 подземных полостей различных морфологических типов: горизонтальных, горизонтально-наклонных, наклонных и вертикальных, среди которых преобладают наклонные.

Из горизонтальных пещер в конгломератах выделяется Магела (ущелье р. Гнишик) длиной 2050 м. Полость заложена преимущественно по вертикальным трещинам (угол падения 40—60°, азимут простираания 300—330°) второго порядка в зоне крупного разлома Арени—Гнишик, которые вкрест пересекают трещины напластования. Пещера относится к эрозивно-тектоническому типу, где ведущую роль, особенно на последних этапах спелеогенеза, играет раскрытие тектонических трещин (свежие разломы амплитудой до 40—50 м и шириной 2—5 м). В пещеру просачиваются из покрывающих конгломераты известняков насыщенные карбонатами подземные воды.

Пещера Вайк в конгломератах относится к типу карстово-тектонических полостей. Длина ее 525 м. Она представляет собой совокупность мощных трещин высотой до 30 м. Пещера отличается исключительной сухостью: местами пылеватый суглинок имеет мощность 40 см. Отмечены свежие тектонические дислокации.

Карстовая пещера Арчери (Медвежья) находится на известняковом плато северного склона Айоцзорского хребта. Она принадлежит к наклонному морфологическому типу полостей. Образовалась полость по напластованию (угол падения 30—35°) брекчиевидных известняков эоцена. Имеет меридиональное простираание. В спелеогенезе известную роль в развитии пещеры сыграл расположенный вдоль Айоцзорского хребта сброс. Во время экспедиции была обнаружена новая богатая натечными образованиями часть пещеры длиной примерно 450—500 м. Общая протяженность пещеры достигла 3700 м.

Карстовые шахты Айцери (Большая и Маленькая) представляют собой типичную сложную вертикальную полость в конгломератах и известняках. В ней наблюдается бифуркация ходов и колодцев (от 15 до 55 м глубиной) с образованием разветвленной вертикально-горизонтальной системы. В целом системы заложены вдоль разлома с азимутом простираания 150—250°. Максимальная пройденная глубина в южном ответвлении Большой Айцери 87,5 м, в северном — 127 м.



План пещеры Магела

Шахта Анакнал (Неожиданный), находящаяся в этом же районе, того же типа, что и Айцери. Пещера Симони Зага, образованная по напластованию брекчиевидных известняков эоцена, имеет длину 480 м.

Все полости, особенно Арчери, отличаются богатством натечных образований. Они перспективны в плане дальнейшего прохождения.

С. О. Хачатрян

УДК 551.44

КАРСТ И ПЕЩЕРЫ ОСТРОВА САХАЛИН

Сахалинская складчатая область характеризуется ограниченным распространением преимущественно мелких разрозненных выходов карстующихся пород, развитых в Тонино-Анивской, Сусунайской, Таулан-Армуданской и Восточно-Сахалинской подзонах. Помимо этого, отмечены единичные мелкие (площадью до 0,01 км²) выходы маломощных (до 1,5 м) известковистых песчаников и ракушечников, а также прослоев гипсов. О карсте данного региона до последнего времени сведений почти не имелось. Только в двух публикациях упоминается карст [1, 3].

В Тонино-Анивской подзоне на линзах пермских и верхнемезозойских известняков развит полузадернованный карст. Широко распространены карры. Подземные формы встречаются очень редко, это лазы и ниши длиной до 4 м. В Сусунайской подзоне на пермско-триасовых доломитизированных известняках развиты преимущественно структурные карры. Таулан-Армуданская подзона отличается развитием голого и полузадернованного карста на пермо-карбонных рифогенных известняках. Здесь широко представлены разнообразные карры. Полости длиной до 13 м единичны.

Восточно-Сахалинская подзона характеризуется многочисленными выходами юрских и меловых известняков и мраморов мощностью до 500 м и протяженностью до 10 км. Наиболее закарстованы массивные юрские известняки Гомонского и Окадского участков, где развит голый и полузадернованный типы карста, проявляющиеся в распространении останцов, карров, воронок, поноров, ниш, гротов, пещер и колодцев. На г. Вайда находится самая глубокая полость Дальнего Востока — шахта Каскадная (глубина 123 м). Она заложена по системе крутонаклонных и вертикальных трещин и представляет собой ряд преимущественно отвесных колодцев, заканчивающихся глыбовыми пробками и соединенных между собой небольшими отверстиями. Весьма вероятно, что после разбора глыбового завала удастся попасть в нижележащие полости. Первый исследователь шахты Д. Н. Серёгин [4] предполагал, что ее глубина составит 800 м. Исходя из геолого-геоморфологической обстановки маловероятно, чтобы она превысила 350 м. Рядом расположена наиболее крупная из пещер — Вайдинская (длина 287 м, глубина 64 м), имеющая три соединенных колодцами этажа.

Нисходящие галереи пещер и колодцы благодаря суровым климатическим условиям (отрицательные среднегодовые температуры), заполняются льдом. Так, в пещере Витницкой (длина 51 м) обнаружена многолетняя наледь объемом 90 м³. В отдельных пещерах верхний слой льда летом тает и образуются озера глубиной до 1,5 м. Схожая картина наблюдается в глубоких провальных воронках, превращающихся в подвешенные озера глубиной до 4 м. Температура воздуха в полостях в зависимости от морфологии и образования снежных пробок, перекрывающих (в зимний период) входные отверстия, изменяется от —1 до 8,2°С (июль — август).

В пещере Вайдинской обнаружены троглобионтные виды непигментированных коллембол и пауков. В некоторых полостях встречаются костные

остатки наземных позвоночных (до 7 видов, определение М. П. Тиунова). В пещере Медвежья Могила (длина 107 м, глубина 18 м), используемой бурмы медведями в качестве зимнего убежища, найдены разновозрастные скелеты 15 медведей. Здесь же обнаружены 2 вкладышевых кинжала длиной 60 и 68 см, сделанные древними охотниками из моржовой кости.

Всего задокументировано 34 различных по морфологии и возрасту, преимущественно коррозионно-эрозионных полостей. Наблюдается несколько этапов формирования полостей. Основной из них (позднеплиоцен-ранне-плейстоценовый) связан с расчленением раннеплиоценовой [1] поверхности выравнивания. На аллогенный характер массивов во время формирования наиболее крупных пещер указывает минералогический анализ водных механических суглинков из пещеры Ласточкиной, значительная часть водосборного бассейна которой слагалась основными породами. В настоящее время происходит разрушение привходовой части всех полостей. Водосборные бассейны, как правило, срезаны денудацией. Активное подземное карстообразование отсутствует. На Гомонском участке карьером вскрыты палеокарстовые пещеры, кольматированные диагенезированными остаточными отложениями с натечными корами мощностью до 50 см и костями летучих мышей, свидетельствующими об открытом характере полостей.

Северней описанных участков, в южной части хребта Нобильский, известняки слагают водораздел и находятся выше уровня раниеплиоценовой поверхности выравнивания. Интенсивная денудация обусловила препарацию известняков и формирование утесов и останцев, разрезанных глубокими каньонами. Имеются карры, арки и гроты — тыльные части срезанных пещер. Пещеры не обнаружены (данные Д. Р. Шонова).

Современные климатические условия острова (в основном обилие осадков и ливневый характер значительной их части) благоприятны для формирования поверхностных карстовых форм. Это подтверждается образованием в заброшенных (30—40 лет назад) карьерах лунковых и бороздчатых карров глубиной до 3—5 м.

В результате исследований произведено районирование карста о. Сахалин [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александров С. М. Остров Сахалин: История развития рельефа. М., 1973.
2. Берснев Ю. И. Карст острова Сахалин и условия его формирования // Палеогеографический анализ и стратиграфия антропогена Дальнего Востока. Владивосток, 1983. С. 50—68.
3. Соколов Д. О. Основные условия развития карста. М., 1962.
4. Серегин Д. Н. Поиск завершился успехом // Советский Сахалин. 1981. 5 сент.

Ю. И. Берснев

О ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ КАРСТА И ПРОИСХОЖДЕНИИ ПЕЩЕР ЮЖНОГО УСТЮРТА

На высоком аридном плато Закаспия — Устюрте, бронированном с поверхности карбонатными породами неогена, поверхностные формы выщелачивания обнаружены давно. Крупные полости встречаются редко, несмотря на наличие карстующихся известняков, они развиты в основном на Южном Устюрте. Пещеры имеют вид наклонных, реже — вертикальных, шахт диаметром 5—20 м, заложенных в толще миоцена, нередко при пересечении ее. В нижней части некоторых шахт обнаружены озера с солоноватой водой, сухие же озера завалены продуктами обрушения

свода. Механизм образования этих форм не выявлен. Возникновение их объясняют действием напорных восходящих вод (Б. А. Федорович) или протеканием древних карстовых процессов (Ю. Я. Кузнецов). От типичного карбонатного карста (Г. А. Максимович, Н. А. Гвоздецкий, А. Г. Чикишев) формы отличаются незначительным количеством осадков и наличием в средней части разреза неогена горизонта глин и мергелей значительной мощности.

Обследованные районы пещер Южного Устюрта (Утебайский, Турыкский) находятся в западной части плато и приурочены к прогибу между Центрально-Устюртской и Туаркыр-Карашорской зонами поднятий. Бурением вскрыта толща (50—80 м) ангидритогипсовых пород, известная как фация Южноустюртского залива-лагуны чокракско-караганского моря. При проходке толщи инструмент проваливался, раствор поглощался. Выходы толщи на юго-востоке впадины Карынжарык изобилуют пещерами, шахтами, в которых нередко слышен шум, свидетельствующий о движении подземных вод. Глубокого врезанная впадина Каранжарык, расположенная западнее, дренирует водоносный горизонт в основании неогена, создает условия для карстования толщи. Примечательно, что районы широкого распространения пещер и провалов оказываются в пределах ангидритогипсовой толщи.

Приведенные факты, а также наличие выше по разрезу слабопроницаемых глинисто-мергелистых пород указывают на развитие гипсового карста покрытого типа. Неоднократные колебания уровня плиоцен-четвертичных бассейнов Каспия и Арала обусловили периодическое подпитывание вод неогеновых отложений при подъеме, усилении разгрузки и активизацию карстовых процессов при их понижении. Снижение уровней определило увеличение градиентов вертикальной фильтрации, активизацию карстово-суффозионных и гравитационных процессов, что создало условия для продвижения полостей в некарстующиеся толщи снизу вверх. Наиболее благоприятные обстановки для этого складывались над крупными карстовыми полостями, сформировавшимися в чокракско-караганских породах.

Возможность описанного процесса подтверждается крайне небольшими (2×3 м) размерами входов в крупные пещеры и расположением их на высоких элементах рельефа, исключающих питание поверхностными водами. Число таких форм невелико. По-видимому, в эпохи высокого уровня формирования бассейнов, общего увлажнения климата расширялись входы пещер. Масштабы этого процесса были невелики, они лимитировались мощностью верхней части карстующихся известняков среднего сармата, не превосходящей первых десятков метров, и сухостью климата.

В. В. Шолохов, К. В. Гиунов

В ИНСТИТУТЕ КАРСТОВЕДЕНИЯ И СПЕЛЕОЛОГИИ

IV ВСЕСОЮЗНОЕ КАРСТОВО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОЕ СОВЕЩАНИЕ

15—18 апреля 1986 г. во Владивостоке на базе Тихоокеанского института географии ДВНЦ АН СССР и Бюро дальневосточных филиалов и отделов Географического общества СССР состоялось IV Всесоюзное карстово-спелеологическое совещание «Картографирование и районирование карста в связи с освоением территорий». В работе совещания приняли участие 72 человека, представляющих 30 организаций. Было заслушано и обсуждено 57 докладов.

На пленарных заседаниях рассмотрены узловые проблемы спелеокарстологического картографирования и районирования (Н. А. Гвоздецкий, В. Н. Дублянский, С. Н. Николаев и др.), а также отчеты руководителей комиссии карста и спелеологии и секции спелеологии Научного совета по инженерной геологии и гидрогеологии АН СССР и информация о состоянии общественного спелеологического движения в СССР.

В процессе работы секции «Теоретические основы карстово-спелеологического картографирования и районирования» обсуждены принципы карстологического районирования равнинного и горного карста (К. А. Горбунова, Н. Г. Максимович, В. Н. Андрейчук, В. П. Костарев, Н. П. Торсуев, И. Н. Васильев и др.), методика картографирования карста в разных масштабах (М. В. Комарова, А. Б. Климчук, Л. А. Шимановский и др.), принципы крупномасштабного картографирования пещер при решении проектных и инженерных задач. Большое внимание уделено применению экономически эффективных дистанционных и математических методов.

На заседаниях секции «Районирование и картографирование различных карстовых регионов СССР» проанализированы конкретные задачи районирования карста Онего-Двинского массива (Т. В. Салтанова), глубинного карста Удмуртской АССР (В. М. Армишев), Западного Кавказа (Н. И. Кочетов, Л. А. Плоткин), Средней Азии (М. М. Маматкулов, К. В. Тиунов, В. Н. Михайлев и др.), Дальнего Востока (Л. В. Демин и др.), а также картографирования карста разных типов (Г. В. Лисиченко, М. А. Чугунов и др.).

Участвующие в работе секции «Принципы картографирования и районирования при хозяйственном освоении территорий и охране геологической среды» рассмотрели особенности районирования закарстованных территорий промышленно-городских агломераций при добыче различных полезных ископаемых, гидротехническом строительстве и проведении водоохранных мероприятий (С. В. Николаев, Е. В. Краснов, А. Н. Ильин, А. И. Коротков, Р. А. Цыкин, Ю. И. Берснев, Г. Н. Сычкин, А. Л. Петровский, Р. Ф. Абдрахманов, В. Н. Андрейчук, В. А. Щерба и др.).

В решении совещания содержится указание на необходимость активизации работ по картографированию и районированию карста в районах первоочередного хозяйственного освоения, обоснование приоритетных направлений развития теоретического и практического карстоведения и спелеологии на 12-ю и последующие пятилетки, конкретных задач, поставленных перед отдельными научными и производственными коллективами.

Ю. И. Берснев, В. Н. Дублянский, Л. А. Шимановский

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВИКС В 1985—1987 годах

Всесоюзный институт карстоведения и спелеологии продолжает научное исследование двух комплексных проблем:

карст и пещеры Урала, их научное и народнохозяйственное значение;

карст и пещеры некоторых районов СССР и зарубежных стран.

На 1 января 1988 г. институт имеет 255 сотрудников, из которых 19 докторов наук, 122 кандидата наук и 114 научных работников и инженеров. Сотрудники ВИКС работают в 63 городах 12 союзных республик (табл.).

Тематика исследований института за последние годы значительно расширилась. Наряду с традиционными темами — «Полезные ископаемые карстовых впадин и полостей», «Морфология, гидрогеология, гидрология и геохимия карста», «Пещеры» — в координационный план на 12-ю пятилетку включены темы «Охрана природных достопримечательностей и ресурсов в карстовых районах Урала», «Инженерная геология карста Урала», «Охрана и рациональное использование природных ресурсов в карстовых районах», «Инженерная геология карста и моделирование карстового процесса».

Всесоюзный институт карстоведения и спелеологии совместно с комиссией по карсту и спелеологии АН СССР ежегодно проводит семинары и совещания, посвященные вопросам карстологии и изучения пещер.

В июне 1985 г. на базе Пермского университета состоялось всесоюзное совещание «Методика изучения карста», в котором приняло участие 140 карстоведов. В 119 докладах рассматривались вопросы исследования карста в конкретных направлениях: методы изучения поверхностного и подземного карста, карстологическая съемка, гидрогеохимические и геофизические методы, гидрогеология, гидрология, инженерная геология карста, математические методы и моделирование, палеогеография и палеокарст, комплексные методы исследования карста.

На совещании отмечалось, что за 20 лет со дня проведения первого всесоюзного совещания по методике изучения карста в Перми (1964) достигнуты

Географическое распределение сотрудников ВИКС

Республика	Количество городов	Число сотрудников			Число коллективных членов
		докторов наук	кандидатов наук	научных работников	
РСФСР	39	13	88	83	7
Украина	8	1	9	16	7
Белоруссия	2	—	1	2	—
Казахстан	1	1	3	—	—
Узбекистан	5	1	11	5	—
Киргизия	1	—	1	2	—
Туркмения	1	—	2	1	—
Грузия	1	2	2	—	—
Азербайджан	1	—	2	1	—
Армения	1	1	1	3	—
Литва	2	—	1	1	—
Эстония	1	—	1	—	—
Всего	63	19	122	114	14

определенные успехи. В настоящее время при исследовании карста кроме геологических широко используются геофизические методы, натурное и лабораторное моделирование. Лабораторный анализ обогатился благодаря применению методов изучения карстующихся пород на микроуровне, таких как рентгеноструктурный анализ и электронная микроскопия. Интересные результаты дает моделирование карстовых провалов и карстово-суффозионных процессов. Наибольший эффект имеют исследования, позволяющие проводить комплексную оценку закарстованных территорий. Значительны достижения в методике изучения карстовых пещер; подготовлены методические руководства по спелеотуризму, отвечающие современному развитию технической спелеологии. Совершенствуются меры борьбы с карстовым процессом и разрабатываются мероприятия по обеспечению нормального функционирования промышленных и гражданских сооружений. Составлен ряд методик расчета устойчивости закарстованных территорий и прогноза развития карстового процесса. Надежные результаты дает интерпретация полевых и лабораторных данных при помощи ЭВМ, применение вероятностно-статистических методов. Вместе с тем несовершенство нормативных документов, недостаточное внедрение в практику современных технических средств, отсутствие должного контроля за проведением инженерно-геологических изысканий со стороны специалистов-карстоведов приводят к неоправданным затратам при строительстве, что способствует увеличению стоимости возводимых объектов.

На совещании было принято решение о расширении и углублении исследований в области теоретического и инженерного карстования, ускорении разработки нормативно-методических документов по инженерно-геологическим изысканиям в карстовых районах.

Большую помощь оказал ВИКС в подготовке и проведении IV Всесоюзного карстово-спелеологического совещания в г. Владивостоке (апрель 1986 г.).

В марте 1987 г. ВИКС провел совещание «Практическое использование пещер гипсового карста и их охрана». На нем обсуждались вопросы использования пещер для решения инженерно-геологических и гидрогеологических задач, а также в туристических и лечебных целях. В совещании участвовали ведущие карстоведы и спелеологи из различных районов распространения гипсового карста: Предуралья, Восточной Сибири, севера Русской равнины, Западной Украины, Средней Азии. Было заслушано 23 доклада и сообщения. После обсуждения докладов совещание постановило:

1. Более широко и интенсивно исследовать пещеры гипсового карста с целью их рационального использования и охраны.

2. Рекомендовать секции спелеологии Научного совета по инженерной геологии и гидрогеологии АН СССР совместно с комиссией спелеотуризма при Центральном совете по туризму и экскурсиям ВЦСПС организовать общесоюзный учет гипсовых пещер для составления кадастра, разработать критерии их использования и охраны.

3. Поручить Карстовой комиссии АН УССР разработать методику комплексного крупномасштабного картирования пещер, намеченных к освоению в качестве туристических объектов, спелеомедицинских стационаров, научных лабораторий, минералогических и других музеев, промышленных шампинариев.

4. Верхне-Камскому тресту инженерно-строительных изысканий наметить программу изучения пещер, используемых в качестве полигонов для проведения инженерно-геофизических исследований.

5. Рекомендовать Кунгурскому стационару Уральского отделения АН СССР и Институту геологических наук АН УССР принять меры по

созданию в Кунгурской пещере и в одной из пещер Украины подземных стационаров по изучению геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических процессов в массивах горных пород.

6. Просить ПНИИИС Госстроя СССР выступить в качестве ведущей организации по разработке дополнения к «Сборнику цен на изыскательские работы», касающегося определения сметной стоимости спелеологических исследований, направленных на решение инженерно-геологических задач.

7. Ходатайствовать перед Совмином СССР, РСФСР, УССР о переводе наиболее крупных гипсовых пещер — Оптимистическая, Озерная, Золушка, Атлантида, Кунгурская — в ранг заповедных геологических объектов союзного значения.

8. Просить Пермский областной совет по туризму и экскурсиям а) при разработке мер по охране и благоустройству Кунгурской пещеры исходить из научно обоснованных рекомендаций Кунгурского стационара Уральского отделения АН СССР; б) рассмотреть вопрос о включении в туристские маршруты Зуютской и Мечкинской пещер.

9. Просить ВИКС посвятить один из сборников «Пещеры» памяти его основателя — Г. А. Максимова.

К совещанию подготовлена фотовыставка «Пещеры СССР», на которой были представлены работы уральских, сибирских и украинских спелеологов. Совещание отметило высокий научный уровень заслушанных докладов и выступлений.

ВИКС явился также одним из организаторов V Всесоюзного совещания по спелеологии и карстоведению «Проблемы изучения, экологии и охраны пещер», которое проходило в Киеве с 27 по 29 октября 1987 г. В работе совещания участвовало 162 специалиста из 43 городов страны, представляющих 70 научно-исследовательских, учебных, проектно-изыскательских и производственных организаций. Было заслушано около 120 докладов и сообщений по проблемам геоспелеологии (генезис и эволюция природных пещер, гидрогеология и гидрохимия, отложения, микроклимат пещер), биоспелеологии и спелеомедицины, спелеоархеологии, региональной спелеологии; по вопросам охраны и рационального использования подземных полостей, техники и тактики обследования пещер. Поставленные на совещании проблемы имеют важное научное и народнохозяйственное значение в связи с освоением закарстованных территорий, использованием подземного пространства в различных целях, решением вопросов охраны природы. Совещание позволило подвести итоги изучения пещер СССР, определить направления дальнейших исследований, рационального использования и охраны пещер.

И. И. Минькевич

НА МЕЖДУНАРОДНОМ СИМПОЗИУМЕ ПО КАРСТУ

С 5 по 12 октября 1987 г. в СССР (Тбилиси, Цхалтубо, Сухуми) проходил международный симпозиум «Проблемы комплексного изучения карста горных стран». Он был организован Комиссией карста и спелеологии АН СССР, Институтом географии им. Вахушти Грузинской ССР по программе Международного союза спелеологов. В работе симпозиума приняли участие 120 специалистов из 17 стран (Австрии, Австралии, Бельгии, Венгрии, Болгарии, ГДР, Италии, Канады, Польши, Португалии, Румынии, СССР, США, Франции, ЧССР, Швейцарии, Югославии). На пленарных и секционных заседаниях было заслушано 82 доклада по следующим проблемам: условия развития горного карста, научные и технические методы исследования карста в горных областях, освоение карстовых областей, охрана пещер и карстовых вод. Ряд докладов отразил достижения советской спелеологии. За последнее двадцатилетие в нашей

стране открыты и исследованы глубочайшая в мире водоносная система Илюхина, пропасти Снежная — глубиной 1370 м, Куйбышевская — 1110 м и др.

С возможностями практического использования пещер, карстовых источников и других карстовых объектов на территории Грузии участники симпозиума ознакомились во время экскурсий. В окрестностях г. Кутаиси находится пещера Сатаплия, оборудованная для туристов. Ее посетило 2 млн. человек. В 1933 г. недалеко от пещеры обнаружен выход пласта известняка, на котором сохранились следы динозавров, живших около 100 млн. лет тому назад. В этом же районе пещера Белая функционирует как подземный санаторий для лечения заболеваний верхних дыхательных путей (астмы). В 6 км от всемирно известного курорта Цхалтубо расположена пещера Цхалтубская длиной 2,9 км. Директивными органами республики 12 февраля 1985 г. решено благоустроить пещеру и прилегающую к ней территорию для массового посещения. Участники симпозиума имели возможность ознакомиться с ИнгуриГЭС, сооруженной в карстовом районе. Новоафонскую пещеру с ее огромными гротами (Грузинских спелеологов длиной 260 м и высотой до 60 м, Абхазии — соответственно 150 и 30 м) посещает более 1 млн. человек в год. Годовой доход этого туристского комплекса составляет около 800 тыс. р. Крупное форелевое хозяйство создано на базе мощного карстового источника — Мчишта. Экскурсия завершилась в живописном карстовом Бзыбском каньоне и на оз. Рица, которые являются важными туристскими объектами Черноморского побережья.

В период симпозиума состоялись заседания комиссий и бюро Международного союза спелеологов. Была организована демонстрация слайдов карстоведов и спелеологами Польши, Югославии, Болгарии, СССР и других стран. Первый международный симпозиум, проведенный в СССР по спелеокарстовой тематике, способствовал обмену опытом в области изучения пещер и закарстованных территорий, развитию контактов между учеными разных стран, укреплению дружбы между народами.

К. А. Горбунова

РЕЦЕНЗИИ

КРУПНЕЙШИЕ ПЕЩЕРЫ И ШАХТЫ МИРА

П. Курбон, К. Шабер. Атлас крупнейших полостей мира. МСС-ФСС, 1986

P. Courbon, C. Chabert. Atlas des Grandes Cavities Mondiales. UIS-FFS, 1986.

Среди изданий, подготовленных к IX Международному спелеологическому конгрессу (Испания, август 1986), особое место занимает «Атлас крупнейших полостей мира». Он создан в результате активной многолетней деятельности комиссии крупнейших пещер Международного спелеологического союза (президент Клод Шабер, Франция). Издание представляет собой уникальный справочник, содержащий материал о крупнейших пещерах мира по состоянию их на 1985 г. Если в предыдущее издание атласа (1979) были включены топомаериалы и описания 92 полостей, то настоящий атлас содержит данные более чем 180 полостей.

Часть I (общая) состоит из введения (краткого обзора истории спелеологии) и статистических сводок по различным параметрам крупнейших полостей. Показателен график, отражающий экспоненциальный рост количества глубоких шахт. Укажем, в частности, что число шахт глубиной более 500 м возросло с 91 в 1976 г. до 218 в 1985 г., глубиной более 1000 м — с 5 в 1978 г. до 22 в 1985 г. Приведены перечни глубочайших и длиннейших полостей мира, которые мы воспроизводим с новейшими уточнениями (табл. 1 и 2), хронологический перечень мировых рекордов достижения глубины начиная с 1723 г., хронология перехода глубочайших шахт через рубеж 1000 м, сведения о длиннейших подводных пещерах и глубочайших погружениях (пещера Фелмоут Кафедрал, Флорида, США, 10229 м; Воклюз, Франция, —200 м), о крупнейших «восходящих» пещерах (Лампрехтсофен, Австрия, +995 м), о крупнейших карстовых водоносных системах, установленных с помощью окрашивания (длиннейшие: понор Хомат Бюрн — источник Уеди Миярлар, Турция, 75 км; шахта Белет — источник Воклюз, Франция, 46 км; глубочайшие: система В. Илюхина — источник Репроа, СССР, 2308 м, шахта Уральская — источник Мачай, СССР, 1800 м, шахта Пурте — источник Бентиа, Франция, 1622 м), о крупнейших подземных траверсах между двумя входами (система Бадалона, Испания, 1149 м), о крупнейших пещерных залах (по площади — зал Сарварк, Малайзия, 162700 м²; по объему — провал Луз, Папуа — Новая Гвинея, 60 млн. м³); о крупнейших пещерах в некарбонатных породах. Специальный раздел посвящен крупнейшим отвесам (колодцам) пещер мира (максимальный — Хёленхёле, Австрия, 540 м). Наиболее примечательны грандиозные пропасти в Мексике, Венесуэле, Папуа — Новой Гвинее, имеющие глубину 200—400 м и поперечник 50—300 м.

В частях II—VI атласа описываются крупнейшие пещеры Африки, Америки, Азии, Европы и Океании. Для различных стран приняты индивидуальные пороговые параметры крупных пещер соответственно их количеству в данной стране. Для стран с высоким уровнем спелеологической изученности (Австрия, Испания, Италия, Мексика, СССР, США, Франция и др.) даны перечни шахт глубиной более 200—300 м и пещер протяженностью более 3000—4000 м. Перечни содержат по 25—120 полостей в каждой из категорий. Для стран с небольшим количеством пещер пороговые величины значительно снижены. Описания наиболее крупных и интересных пещер включают характеристику географического (административного) положения, морфологии, геолого-географических условий, истории исследования, библиографии, а также сопровождаются планами,

Глубочайшие пещеры мира с дополнениями на 1 декабря 1987 г., м

Жан-Бернар (Франция)	1535 (—1494, +41)
В. Пантюхина (СССР)	—1465
Ильямина (Испания)	—1408
Сима дель Траве (Испания)	—1381
Снежная (СССР)	—1370
Уаутла (Мексика)	—1353
Пьер сен Мартен (Франция-Испания)	—1342
Иффлис (Алжир)	—1250
Берже (Франция)	—1241
В. Илюхина (СССР)	—1240
Шверсистем (Австрия)	—1219
Коркия-Фигиера (Италия)	—1210
Дахштейн-Маммутхёле (Австрия)	1180 (—757, +423)
Юбилаумшахт (Австрия)	—1173
Сима 56 (Испания)	—1169
Бадалона (Испания)	—1149
Шиту (Испания)	—1148
Куйбышевская (СССР)	—1110
Шнеелох (Австрия)	1101 (—969, +132)
Г. Е. С. Малага (Испания)	—1098
Нанта (Мексика)	—1080
Ягербрунтрог (Австрия)	—1078
Мирольда (Франция)	1046 (—936, +110)
Меандерхёле (Австрия)	—1028
Уриельо (Испания)	1022 (—1017, +5)
Лампрехтзофен (Австрия)	1005 (—10, +995)
Кумо д'Уэрнедо (Франция)	— 1004
Зибенэнгсте (Швейцария)	более —1000

профилями и разрезами. Подавляющее большинство топоматериалов отличается прекрасным картографическим исполнением.

Материалы о пещерах СССР, подготовленные комиссией крупных полостей Секции спелеологии АН СССР, содержат сведения по истории спелеологических исследований в стране, перечни глубочайших (33 шахты глубиной более 300 м) и длиннейших (28 пещер протяженностью более 4000 м) полостей (по состоянию на 1985 г.), топоматериалы и описания шахт Снежная, Киевская, В. Илюхина, Куйбышевская, Напра, Уральская, пещер Оптимистическая, Озерная, Золушка, Орешная, Гаурдакская, Ящик Пандоры.

Новое издание «Атласа крупнейших полостей мира» отражает достижения мировой спелеологии за последнее десятилетие.

Длинейшие пещеры мира с дополнениями на 1 декабря 1987 г., м

Флинт-Мамонтова (США)	530 000
Оптимистическая (СССР)	157 000
Хэльлох (Швейцария)	133 050
Джюзл (США)	117 965
Озерная (СССР)	107 300
Зибенэнгсте (Швейцария)	92 000
Охо Гуаренья (Испания)	88 907
Кумо д'Уэрнедо (Франция)	82 500
Золушка (СССР)	82 000
Уинд (США)	70 039
Уаутла (Мексика)	70 000
Фрайес Хоул (США)	68 122
Оргэн (США)	60510
Фишер Ридж (США)	59 500
Пурификасьон (Мексика)	55 078
Мамо Кэнэнда (Папуа — Новая Гвинея)	54 800
Дан де Кроль (Франция)	53 200
Ред дель Силенсио (Испания)	53 000
Изгилл (Великобритания)	52 500
Альп (Франция)	51 777
Терангаир (Малайзия)	51 660
Пьер сен Мартен (Франция-Испания)	51 200
Хирлацхёле (Австрия)	49 450
Раухеркар (Австрия)	48033
Кап-Кутан-Промежуточная (СССР)	46100
Кревис (США)	45 383
Коркия-Фигиера (Италия)	45 000
Камберлэнд (США)	44 444
Огоф Ффиннон Дду (Великобритания)	43 000

А. Б. Климчук, В. Э. Киселев

СПРАВОЧНИК ПО ПЕЩЕРНЫМ РЕГИОНАМ МИРА

Дж. Мидлтон, Т. Уолтам. Подземный атлас: Географический справочник по пещерным регионам мира. Лондон, 1986

J. Middleton, T. Waltham. The Underground Atlas: A gazetter of the world's cave regions. London, 1986

Книга известных английских спелеологов подготовлена к IX Международному спелеологическому конгрессу. Если «Атлас крупнейших полостей мира» Поля Курбона и Клода Шабера может рассматриваться как строго построенный статистический справочник по крупным полостям, то рецензируемая книга является оригинальным путеводителем по основному пещерным регионам мира.

В первой главе дан краткий обзор распространения пещер на континентах. Основной материал сосредоточен во второй главе, где сведения подаются по странам. Благодаря использованию огромного количества литературы, личным контактам авторов с коллегами из многих стран и собственным наблюдениям удалось создать региональные обзоры, отражающие новейший уровень спелеологической изученности, основные

природные условия и особенности пещерных регионов мира. Даны схемы распространения пещерных регионов во многих странах, что значительно облегчает восприятие текста. Наиболее крупные и интересные пещеры описываются более подробно, приводятся их планы, профили. В книге много хороших черно-белых фотографий.

Раздел, посвященный СССР, является весьма представительным. Это, пожалуй, наиболее полный и подробный обзор спелеологических регионов нашей страны в зарубежной литературе.

В приложениях даны перечни длиннейших и глубочайших пещер мира.

А. Б. Климчук

КАРСТОВО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА УКРАИНЕ

Физическая география и геоморфология: Республ. межвед. науч. сб. Киев, 1985. Вып. 32. 136 с.

Большая часть сборника посвящена вопросам спелеологии и карстоведения. В. Н. Дублянский в статье «Карстология и спелеология на Украине» подводит итоги регионального, гидрогеологического, инженерно-карстологического, спелеологического изучения 15 карстовых областей Украины, где известно около 1000 пещер общей протяженностью более 400 км. Среди них крупнейшие в мире гипсовые полости Оптимистическая, Озерная, Золушка. В пещерах осуществлен комплекс палеозоологических и зоологических, биоспелеологических, археологических и спелео-медицинских исследований. Все эти работы координирует карстовая комиссия Научного совета по гидрогеологии и инженерной геологии АН УССР. Как показал обзор, на Украине успешно развивается научная школа спелеологов.

А. Б. Климчук критически рассматривает известные в литературе определения термина «пещера». Он понимает пещеру как естественное тело в растворимых породах, образованное в результате химического и механического воздействия подземных вод. Одна из статей посвящена методике микроклиматических наблюдений в естественных и искусственных полостях. Коллектив авторов информирует об организации карстологического стационара в южной части междуречья Серет-Ничлава, где расположены крупные гипсовые пещеры. В. Я. Рогожников и А. А. Ломаев освещают опыт комплексного изучения пещеры Атлантида в свете решения природоохранных задач. С. П. Левашов излагает результаты применения геоэлектрических методов на этом же пещерном массиве, позволившего выявить участки возможного продолжения пещеры, новые полости и ядра провалных тел. Представляют интерес палеомагнитные исследования вторичных отложений пещеры Атлантида. В статье В. Н. Андрейчука и М. Н. Куницы показана роль тектонического фактора в развитии карста и пещер Мамалыжского карстового района, в пределах которого расположена одна из интереснейших гипсовых пещер — Золушка. Во второй части сборника освещаются проблемы антропогенной активизации карстового процесса и различные вопросы физико-географических исследований. Работы по спелеологии, вошедшие в сборник, представляют интерес для широкого круга специалистов — инженеров-геологов, гидрогеологов, спелеологов, географов.

К. А. Горбунова

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ УКРАИНЫ Справочник-путеводитель. Киев, 1985. 158 с.

В 1985 г. выпущен хорошо оформленный справочник-путеводитель по геологическим заповедным объектам Украинской ССР, подготовленный

коллективом геологов, географов, спелеологов — активистов секции охраны недр Украинского общества охраны природы. К ценным геологическим памятникам отнесено 107 карстово-спелеологических объектов, в том числе 100 пещер. Заповедный статус республиканского значения имеют 15 полостей, областного — 92, они составляют около 15% всего заповедного геологического фонда Украины. К сожалению, в республике карстовые заповедные объекты представлены почти одними пещерами, несмотря на обилие ценных в научном отношении карстовых озер, урочищ и прочих геоморфологических и стратиграфических форм. Тем не менее это первый и пока наиболее полный перечень-каталог охраняемых спелеокарстовых объектов республики. Он не только наиболее полно отражает общую карстово-спелеоохранную ситуацию в регионе, но и позволяет направить усилия спелеологической общественности на изучение гидрологических, гидрогеологических и прочих карстовых образований с целью создания более широкого заповедного спелеокарстового спектра.

В. П. Коржик

ПЕЩЕРЫ ГРУЗИИ (Тбилиси, 1987. № 11)

Сборник открывается статьей Т. З. Кикнадзе о спелеологических и карстологических исследованиях в Грузии, где известно более тысячи пещер общей длиной более 150 км, глубиной около 25 км. Две статьи посвящены описанию пещер Ткибула-Дзеврула в Западной Грузии и Соф-Омар в Эфиопии. Рассматриваются также вопросы о геоморфологических чертах горного карста Грузии, условиях карстообразования в приповерхностной зоне карбонатных массивов, особенностях развития карстового рельефа Бзыбского хребта, озерах Новоафонской пещеры, методах определения возраста карста. Приведены интересные данные о палеолитических пещерах. Сборник дает представление об изученности карста и пещер одной из наиболее закарстованных горных областей СССР.

К. А. Горбунова

ОЧЕРЕДНОЙ НОМЕР ВЕНГЕРСКОГО ЖУРНАЛА «КАРСТ И ПЕЩЕРЫ» KARSZT es BARLANG (Budapest, 1986. № 1)

Сборник открывается статьей А. Хевеши о карсте юго-восточной части карстового массива Бюкк. Л. Якуч приводит интересные данные о деградации натеков в некоторых пещерах Венгрии под влиянием «кислых» дождей атмосферных осадков, инфильтрующихся в пещеры. И. Эстерхаш описывает самую большую базальтовую пещеру Венгрии — протяженностью 150 м. Л. Силади излагает результаты исследования движения карстовых вод в Аггтелекском карсте. Рецензируется спелеологическая литература, приводится библиография по карсту и пещерам. На обложке журнала помещены прекрасно выполненные цветные фотографии пещер.

К. А. Горбунова

СЛОВАЦКИЙ КАРСТ SLOVENSKY KRAS. 1986. R. 24. 284 s.

Сборник издается Музеем словацкого карста и охраны природы в Липтовски-Микулаше (Чехословакия). Он открывается статьей известного чехословацкого карстоведа Й. Якала о карстовом ландшафте как специфической природной геосистеме. Л. Гаал и П. Жениш обстоятельно характеризуют пять карстовых районов Ревуцкой верховины в южных предгорьях Словацких Рудных гор. В одной из статей анализируется методика

расчета результатов измерения скорости течения подземных потоков в районе пещер Гомбасечка и Красногорская. Я. Гуличка обобщает данные о встречаемости рыб в пещерах и подземных содах в Европе, в частности в Чехословакии. Раздел «Научные сообщения» информирует об итогах изучения отдельных карстовых районов и пещер.

В третьей части сборника С. Павларчик описывает гипс в Деменовской пещере Мир. Й. Клинда характеризует охраняемые карстовые объекты Словацкой социалистической республики. Здесь же сообщается о съездах и симпозиумах по спелеологии, деятельности Словацкого спелеологического общества в 1984 г. Статьи и сообщения иллюстрируются планами карстовых районов и пещер, фотографиями.

К. А. Горбунова

НАШИ ЯМЫ

NASE JAMB. 1985. № 27; 1986. № 28

Двадцать седьмой номер журнала «Наши ямы» — бюллетеня Спелеологического союза Словении (Югославия) — открывается статьей об одном из мощных родников в верховьях р. Крки. В нем помещен также материал о технических средствах спелеотуризма. В статье «О новых находках пещерного медведя» отмечается, что до сих пор были известны только 8 пещер в Боснии и Герцеговине с останками пещерного медведя. Теперь они обнаружены в пещере Савы (в 12 км к востоку от Сараево). В ней открыт узкий проход длиной 204 м, который затрудняет проведение палеонтологических исследований в пещере, обещающих быть очень интересными. Сборник содержит материал о 9-м конгрессе спелеологов Югославии. На пленарных и секционных заседаниях его были заслушаны доклады по спелеологии, биоспелеологии, спелеоархеологии, спелеотехнике, спелеодокументации и туристским пещерам. В мае 1985 г. состоялся семинар, посвященный техническим средствам спелеотуризма. Проводились теоретические и практические занятия. В июне 1985 г. проходил симпозиум по карсту в пещере Постойна Яма под эгидой Института карста и Географического общества Словении.

В 28-м номере журнала опубликованы результаты исследований атмосферного радона в 12 пещерах Словении. Установлено, что дозы радона, которые получают туристы, не превышают допустимых, но могут оказаться достаточно высокими для обслуживающего персонала пещеры. В статье о первых фотографиях пещеры Постойна Яма большое внимание уделяется работам таких мастеров, как Е. Мариот и Дж. Мартини. Вопрос о первой фотографин пещеры до сих пор остается открытым. Освещается методика изучения ледяных пещер. Сообщается о нахождении одного из видов протея в пещере Белая Карниола. Длина его туловища 17,8 см, он имеет ярко выраженную головную часть и хорошо развитые глаза, которые реагируют на свет. В сборнике отражены спелеологические события, дан обзор новинок литературы.

Н. В. Бельтюкова

СБОРНИК О ПЕЩЕРАХ БОСНИИ И ГЕРЦЕГОВИНЫ

NAS KRS. 1984. № 16—17

Бюллетень Спелеологического общества Боснии и Герцеговины (Югославия) посвящен различным проблемам карстоведения и спелеологии. Открывает сборник работа о роли глубинных карстовых вод в формировании подземного карстового рельефа. Особый интерес представляет статья об использовании геофизических методов в гидрогеологии и спелеологии. Приведен обзор результатов изучения пещер в конгломератах, морфология которых отличается от образованных в известняках и доломитах. Сообщаются новости биоспелеологии. Приводится информация о

палеолитических находках в пещерах окрестностей Сараево, о спелеообъектах мемориального комплекса «Партизанская больница» в Корчанино. Помещен материал о бокситах пещер Герцеговины. Ряд статей посвящен вопросам спелеотуризма и спелеоснаряжения. Информирована об экспедиции югославских спелеологов в карстовые области Колумбии для ознакомления с тропическим карстом и оказания помощи колумбийским спелеологам в картировании и изучении 25 пещер этой страны.

Н. В. Бельтюкова

ПЕЩЕРЫ СЛОВЕНИИ

NASE JAME (Ljubljana. 1983. № 25; 1984. № 26)

Очередной номер (25) журнала о пещерах Словении (Югославия) открывается статьей, посвященной результатам подводных исследований оз. Дивье. В следующих статьях сообщается о палеолитических находках в пещерах Доленьска и Голника. Интересны сведения о первой фотографии Постоянной Ямы, выполненной в 1867 г. По мнению автора, она является второй по времени пещерной фотографией в мире и первой — в Европе. Одна из статей характеризует пещеры Центрального Доленьска, где известно 404 полости. Публикуются сообщения о результатах исследования отдельных пещер, экспедициях югославских спелеологов в пещеры Италии, Франции, Польши. В разделе «Книжные новости». Д. Новак реферировал сборник «Пещеры» за 1981.

Следующий номер (26) журнала открывается статьей о туристском использовании Постоянной Ямы. За 1818—1984 гг. ее посетило 20 млн. человек. Дневной рекорд числа посетителей составил 12 тыс. В одной из статей рассказывается об открытиях в пещере Качна. П. Хабич систематизирует данные о пещерах района Сечаны, среди которых такие известные полости, как Шкоцианска, Качна, Дымница, Липишка. В. Саксида информирует об использовании пещер района Сечаны в первую мировую войну в качестве убежищ и госпиталя. Во время национальной освободительной войны в Югославии некоторые пещеры служили укрытием для партизанских групп или складами. В одной из статей излагаются результаты 20-летних исследований 169 пещер в долине Матарско. Рассматриваются условия обитания в пещерах протея. Приводятся данные о расходах воды в реке пещеры Шкоцианска, материалы изучения пещеры Партизанская, пропасти Брезно. Дан обзор словенских спелеологических фильмов. Помещается информация об экспедициях югославских спелеологов, спелеологических событиях, новых книгах и журналах по спелеологии.

К. А. Горбунова

КАРСТ ЗАПАДНЫХ АЛЬП

Karstologia. 1984. № 3

С 1983 г. Французская спелеологическая федерация и Французская карстологическая ассоциация совместно издают журнал «Карстология», выходящий в свет раз в полгода. Третий выпуск журнала имеет подзаголовок «Карст Западных Альп». В первой части охарактеризованы распространение и общие условия развития карста региона. Ж. Нико рассматривает геологоструктурную и биоклиматическую дифференциацию карстовых массивов Западных Альп. В двух статьях — М. Чардона о Северных Альпах и М. Джулиан о Южных Альпах — анализируется влияние на карст гляциальных и перигляциальных процессов. Статья Р. Мейра и Ж. Нико посвящена карстовой гидрологии Западных Альп. Она содержит типологию карстовых гидрологических систем до их организации и условиям питания.

Вторая часть включает статьи о карсте высокогорного плато Десерт (Высокая Савойя), среднегорного массива Веркор (Северные Преальпы), антиклинальных структур одного из районов Юры, о средиземноморском субальпийском карсте области Аутиберг-Монс.

В третьей части наиболее интересна статья Ж. Деланнова и Р. Мейра о распределении и гидрогеологическом значении крупных пещер. В Западных Альпах известно около 40 пещер, имеющих глубину более 500 м. Даны обзоры и списки крупных пещер всех основных массивов Западных Альп.

К журналу приложены три многоцветные карты: карта карста Западных Альп (1:250000) и карты геоморфологии карста плато Десерт (Высокая Савойя) и области Аутиберг-Монс (1:25000).

А. Б. Климчук

СПЕЛУНКА SPELUNCA (Paris, 1985. № 19)

В журнале, печатном органе Французской спелеологической федерации, освещены результаты изучения Савойской пещерной системы Альп (длина 51777 м, глубина 602 м, 35 входов) и шахты известного источника Воклюз. В августе 1935 г. группа французских спелеологов спустила в Воклюз на глубину 315 м до завала, управляемый аппарат с телекамерой.

В зарубежных новостях сообщается о гигантской полости Тун Кул в Белизе (длина 450 м, ширина 50—200 м, средняя высота 65 м), австрийской системе Ягербрунтрог (длина 28026 м, глубина 1078 м), спелеологических исследованиях в Китае, Эквадоре, Мексике, Таиланде, Тунисе, Болгарии, Чехословакии и других странах, результатах изучения пещер СССР в 1984 г.

Ряд статей посвящен описанию французских полостей, а также палеонтологическим находкам в пещерах, физиологическим аспектам спелеологии и тестированию спелеологов на тренированность. Библиографический раздел знакомит с многочисленными французскими спелеологическими изданиями. Приложение к журналу содержит геологическую, гидрогеологическую и спелеологическую характеристику высокогорного карстового района Испании — Пикос-де-Эуропа.

В. Э. Киселев

ПЕРВАЯ ПЕЩЕРНАЯ ФОТОГРАФИЯ Cave Science. 1985. Vol. 12, № 1

Журнал открывается статьей, посвященной аморфным натечным образованиям. Натечные образования пещер слагаются кристаллическими минералами. В спелеологической литературе упоминаются только два аморфных минерала — опал и аллофан (алюмосиликатный глинистый минерал с меняющимся в широких пределах составом). Опаловые натечные образования распространены в лавовых пещерах, а также встречаются в пещерах, заложенных в известняках и гранитах. Аллофановые натечи найдены в пещерах, образованных в гранитах. В статье рассматриваются состав, происхождение минералов, уточняется терминология, описываются наиболее надежные методы их определения.

В журнале помещена статья советских исследователей В. Н. Дублянского, А. Б. Климчука, В. Э. Киселева «Спелеология в СССР», которая информирует об изучении спелеологических регионов СССР в 1978—1984 г. В этот период на Кавказе были открыты глубочайшие пещеры. Приводятся схема спелеологического районирования СССР, планы пещер, фотографии.

Дан обзор докладов, представленных на симпозиум Британской ассоциации исследователей пещер, проходивший в ноябре 1984 г. Следующая статья отражает результаты двухлетних наблюдений за режимом и химическим составом инфильтрационных вод в пещере Альтамира (Испания).

Заключительная статья посвящена самой ранней пещерной фотографии. Долгое время ее автором считался американец Чарльз Уэлдэк, сделавший в 1866 г. снимки в Мамонтовой пещере, штат Кентукки, с использованием искусственного освещения. Первым европейским пещерным фотографом являлся Мэриот, получивший в 1867 г. фотографии Адельсбергских пещер (в настоящее время пещера Постояна в Югославии). В январе 1865 г. в пещерной системе Блю Джон (графство Дербишир, Англия) Альфредом Бразерзом сделана удачная фотография. В 1863 г. в Манчестере возникло первое в мире промышленное производство магния. Бразерз, работавший там, использовал новую магниевую ленту для освещения пещеры. Фотография запечатлела естественный проход с кальцитовыми натечками на стенах. Фотография была опубликована Бразерзом в 1889 г. во втором издании его книги по фотографии. Сделанная А. Бразерзом фотография является самой ранней пещерной фотографией.

Е. Г. Максимович

ИССЛЕДОВАНИЯ АНГЛИЙСКИХ СПЕЛЕОЛОГОВ В 1985 году Cave Science. 1985. Vol. 12, № 4

Журнал открывается статьей «Норвежские длиннейшие и глубочайшие пещеры». Приводится краткое описание пещер, а также особенностей их исследования. В Норвегии обнаружено 34 пещеры длиной более 1 км и свыше 23 пещер глубиной более 100 м. Глубочайшая карстовая пещера имеет глубину 620 м, длиннейшая — длину около 10 км закартированных проходов. Статья содержит фотографии и планы пещер.

В следующей работе описываются пещеры с находками четвертичных костей (Воллингфорд, Ямайка). Группа пещер, связанная с понором реки Уан Ай в округе Св. Елизаветы (Ямайка), являлась объектом многочисленных палеонтологических исследований начиная с 1919 г. Приводится описание пещер и определяется их палеонтологическое значение. Одна из статей посвящена хронологии мустьерской культуры, которая существовала на юго-западе Франции судя по пещерным археологическим находкам.

Дан обзор докладов, представленных на симпозиуме Британской ассоциации исследователей пещер в ноябре 1985 г. Автор одной из статей рассматривает экологию известняковой пещеры Крокэйдл (массив Анкарана), одной из самых длинных пещерных систем Мадагаскара. В заключении приведены результаты обследования подземного стока озера Гломдэл в северной Норвегии.

Е. Г. Максимович

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕЩЕР МАДАГАСКАРА Speleologie. Special Madagascar, 1985. Expedition speleologique Madagascar, 1982 (Bulletin du Club Martel)

Специальный выпуск бюллетеня французского журнала «Спелеология», изданного клубом Мартель в 1985 г., посвящен результатам изучения карстовых пещер Мадагаскара. Французская спелеологическая экспедиция 1984 г. исследовала несколько массивов: Андрижитра, где встречаются типичные карстовые формы известняка; Микобока; Анкарана с великолепным гротом Милентети, галереи которого покрыты натечками кальцита (детальное описание массива содержится в отчете экспедиции 1982 г.);

гора Ибити с карстовыми пропастями; плато Тулеар (или Винета), сложенное слоистыми известняками, с двумя пропастями, включая Анкики, глубочайшую на Мадагаскаре.

Большую научную ценность представляют материалы экспедиции в 1982 г. на массив Анкарана площадью 150 км². Массив сложен плиоцен-четвертичными базальтами в северной части, юрскими известняками — в восточной и аллювиальными отложениями — в юго-западной. Он ограничен на северо-востоке сбросом. Известняки разбиты системой трещин. Количество атмосферных осадков здесь составляет около 2200 мм/год. Многочисленные каньоны являются одной из оригинальных форм массива. В южной части они разделяют поверхность на останцы (бьютты). Для массива характерны карры неправильной формы (цинги).

В процессе экспедиции 1982 г. были обнаружены и другие формы, такие как карстовые воронки, провалы и пещеры. Исследование массива Анкарана проводилось по двум направлениям. В северной части было найдено большое количество пещер сложной формы, в частности, гроты Антсатрабонко, Матсабориманго, Стикуне. Одной из задач экспедиции являлось изучение большого Лесного каньона (форестье) с сифонами и рекой Стикс. Южная часть массива Анкарана с системой сифонов и гротами оказалась не менее интересной.

В 1982 г. было обследовано 1984 м подземных ходов в северной зоне массива и 6146 м — в южной (всего 9130 м).

Дальнейшее изучение массива Анкарана проводилось в бьюттах юга и крайнего севера. В 1984 г. особое внимание уделялось массивам Анкарана-Келифели (8000 км²) и Микобока (2000 км²), каньонам Монанболо. Массив Анкарана, по мнению французских спелеологов, относится к карстовым областям, где возможны открытия. Спелеологический клуб Мартель планировал экспедиции в 1985—1986 гг., результаты которых должны быть оформлены в виде кинофильма.

С. Е. Оборина

СЕМИНАР ПО ИЗУЧЕНИЮ КАРСТА В МАМОНТОВОЙ ПЕЩЕРЕ Karst Field Studies at Mammoth Cave. 1987

В течение ряда лет в Мамонтовой пещере (штат Кентукки, США) проводятся серии недельных летних курсов-семинаров по изучению карста и пещер. Их организаторами являются Центр изучения пещер и карста при Университете Западного Кентукки и Национальный парк Мамонтовой пещеры. В работе семинаров принимают участие американские и зарубежные специалисты с высшим образованием и различным уровнем подготовки. Занятия ведут международно признанные авторитеты в своей области. Слушание лекций сочетается с полевыми занятиями, которые включают сложные продолжительные экскурсии в редко посещаемые части Мамонтовой пещеры, работы на поверхности. По каждой теме имеются конспекты лекций, библиографические списки, карты, литература. В июне 1987 г. были организованы курсы по темам: археология пещер, гидрология и геология карста, спелеология, управление пещерами, исследование Мамонтовой пещеры.

Е. Г. Максимович

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем сборнике публикуются результаты исследований пещер в гипсах и ангидридах, проводимых по комплексной программе Всесоюзного института карстоведения и спелеологии «Карст и пещеры некоторых районов СССР и зарубежных стран». Они осуществляются научными работниками и сотрудниками университетов (Пермского, Башкирского, Ростовского, Симферопольского, Ташкентского, Самаркандского), научно-исследовательских и производственных организаций (Кунгурского стационара Уральского отделения АН СССР, Института геологических наук АН УССР, ВНИИгеолнеруд, Восточно-Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья и др.).

Приводимые материалы найдут применение в работе проектных геологических организаций (ВерхнеКамТИСИЗ, ЗапУралТИСИЗ, КазТИСИЗ и др.), ведущих изыскания в карстовых районах. В ряде пещер — Кунгурской, Оптимистической, Озерной, Атлантиде, Кристальной и других — осуществляются наблюдения за формированием подземных вод, их состава, процессов подземного растворения, обрушения сводов, которые представляют интерес для геологов и гидрогеологов производственных организаций. Итоги многолетних наблюдений за оледенением Кунгурской пещеры должны быть учтены при использовании ее в качестве туристского объекта. Данные о пещерах Золушка, Озерная, Джуринская и других, несомненно, заинтересуют областные и республиканские советы по туризму и охране природы. Новые сведения о пещерах найдут отражение в разработке курсов «Общая геология», «Инженерная геология», «Геоморфология» для геологических факультетов вузов. Приведенная библиография по карсту и спелеологии облегчит поиск необходимой литературы для выполнения работ по карстовой тематике.

БИБЛИОГРАФИЯ ПО ПЕЩЕРАМ И КАРСТУ

1985

КНИГИ

Берсенеv Ю. И. Памятники природы карстового происхождения Приморского края: Препр. / Тихоокеан. ин-т геогр. Владивосток, 1985. 48 с.

Деревянко А. П., Васильевский Р. С., Молодин В. И., Маркин С. В. Исследование Денисовой пещеры. Характеристика плейстоценовых осадков. Слой 9: Препр./Ин-т истории, филол. и филос. Новосибирск, 1985. 41 с.

Деревянко А. П., Васильевский Р. С., Молодин В. И., Маркин С. В. Исследование Денисовой пещеры. Описание плейстоценовых осадков. Слои 13—18: Препр./Ин-т истории, филол. и филос. Новосибирск, 1985. 41 с.

Деревянко А. П., Васильевский Р. С., Молодин В. И., Маркин С. В. Исследование Денисовой пещеры. Описание плейстоценовых осадков. Слой 19—20: Препр./Ин-т истории, филол. и филос. Новосибирск, 1985. 52 с.

Дублянский В. Н., Клименко В. И., Вахрушев Б. А., Илюхин В. В. Карст и подземные воды горных массивов Западного Кавказа. Л.: Наука, 1985. 149 с.

Методика изучения карста: Тез. докл. Всес. науч.-техн. совещ. Пермь, 5—7 июня 1985/Ред. Г. В. Бельтюков. Пермь, 1985. 160 с.

Торсуев Н. П. Карст: пути географического изучения. Казань, 1985. 154 с.

СТАТЬИ

Аккуратов О. С., Белозеров И. П., Берзин Р. Г. и др. Изучение карстоопасных зон сейсмическим методом // 30-й Междунар. геофиз. симпоз. Москва, 23—28 сент. 1985: Труды. М., 1985. Ч. 1. Т. В. С. 150—158.

Алиев А. А. Пещеры в вулканических породах Азербайджанской ССР//Пятый съезд Геогр. об-ва АзССР, Баку, июнь 1985: Материалы. Баку, 1985. С. 61—63.

Андрейчук В. Н., Ридуш Б. Т. Влияние блоковых тектонических структур на формирование закарстованных ландшафтов (На примере Черновицкой области)//5-й съезд Геогр. об-ва УССР. Симферополь, март 1985: Тез. докл. Киев, 1985. С. 134.

Берсенеv Ю. И. Активное карстообразование на юге Дальнего Востока//Древние климаты и осадконакопление в Восточной окраине Азии. Владивосток, 1985. С. 133—147.

Верткова С. К. О необходимости учета масштабов соляного карстообразования для безопасной отработки калийных солей Верхнекамского месторождения//Инж. геология. 1985. № 3. С. 79—87.

Геофизические методы в гидрогеологии, инженерной геологии и гидротехнике: Тез. докл. 8-го Науч.-техн. семинара-совещ. Ереван, 8—10 авг. 1985. Ереван, 1985.

Из содерж.: Сапужак Я С, Петровский А. Л., Шамотко В. И. Дифференциальные и скважинные методы при инженерных и гидрогеологических исследованиях закарстованных зон в Предкарпатье. С. 97—99; Газарян Г. О., Гаспарян Р. К., Пайлеванян С. Р. Применение метода СДВ-радиокип для разведки карстовых полостей. С. 193—195; Голосов В. П., Ляховицкий Ф. М., Сафронова И. Б.

Применение сейсмических методов для обнаружения карстово-опасных зон. С. 197—198; Иванченко Е. П., Гончарук А. П., Майко М. И. Опыт применения малоглубинной сейсморазведки МВП для изучения карста на одном из участков Западной Украины. С. 212—214; Облогина Т. И., Кученев Д. А. Использование динамических характеристик сейсмических волн при изучении карстовых зон в верхней части разреза [на примере Московского региона]. С. 233—235; Шеремет О. Г., Рудерман Е. Н. Применение совместного анализа грави магнитных полей для изучения карстовых полостей. С. 249—250.

Дзикович В. А. Проблемы общего и регионального карстования // Индикация природных процессов. М., 1985. С. 62—63. Рец. на кн.: Гвоздецкий Н. А. Карст. М., 1981.

Землеведение: Сб. Моск. об-ва испыт. природы. М., 1985. Т. 16 (56) 166 с.

Из содерж.: Чикишев А. Г. Типы карста и географические ландшафты закарстованных территорий. С. 11—22; Чикишев А. Г. Карстовые формы Русской равнины, особенности их развития и распространения. С. 78—92; Миро В. Б. Подземные карстово-меловые формы Русской равнины. С. 93—100; Бурлешин М. И., Чикишев А. Г. Применение дистанционных методов в карстоведении. С. 101—115.

Ибрагимов И. М., Михайлов В. Н. Районирование карста Киргизии // Материалы 4-го съезда геогр. об-ва КиргССР. Фрунзе, 1985 С. 71—73.

Изучение природных условий и его прикладные аспекты: Сб. ст. / Моск. о-во испыт. природы. М., 1985. 118 с.

Из содерж.: Чикишев А. Г. Ландшафтно-географические исследования карста в СССР. С. 3—9; Михно В. Б., Чикишев А. Г. Ландшафтообразующая роль погребенных форм мелового карста Русской равнины. С. 43—47; Морозов А. И. Новые исследования в Пропасти Снежной на Кавказе. С. 43—51.

Клименко В. И. Рекомендации по организации комплексной противокарстовой защиты Сочинского курортного района // Инж. геология. 1985. № 5. С. 68—72.

Кожевникова И. А. Опыт районирования территории по степени карстовой опасности // Литосфера: вопросы геологии и охраны среды. М., 1985. С. 30—31.

Конде Фаррай М. Рациональный комплекс геофизических методов при инженерно-геологических изысканиях на закарстованных строительных участках // 30-й Междунар. геофиз. симпоз. Москва, 23—28 сент. 1985: Труды. М., 1985. Ч. 2. Т. В. С. 173—185.

Kosciauskas T., Poskus Al. Наблюдения за карстовыми явлениями методом повторных нивелировок. Karstini nslugimu stebejimai pakartotiniu niveliaciju metodu // Тр. по геод. / Вильнюс, инж.-строит. ин-т. 1985. № 13. С. 74—79.

Мавлюдов Б. Р. Закономерности распространения пещер со льдом // Материалы гляциологических исследований. М., 1985. № 54. С. 193—200.

Маматкулов М. М., Атаджанов И. И. Некоторые результаты изучения карстовой денудации в аридных условиях Средней Азии // Вопросы региональной гидрогеологии и инженерной геологии Средней Азии. Ташкент, 1985. С. 22—33.

Маруашвили Л. И. Закономерности спелеоморфогенеза // Пещеры Грузии. 1985. № 10. С. 5—14.

Печеркин А. И., Печеркин И. А. Геологические аспекты охраны закарстованных массивов и пещер // Гидрогеологические и инженерно-геологические аспекты охраны окружающей среды. Новочеркасск, 1985. С. 66—71.

Прокопчук Б. И., Левин В. И., Метелкина М. П., Шофман И. Л.

Использование микроэлементного состава карбонатных пород для прогнозирования погребенного карста // Геология и геофизика. 1985. № 1. С. 119—124.

Торсуев Н. П. Термический режим карстовых рек как один из критериев уровня современного карстопелеогенеза//Проблемы комплексной географии. Казань,1985. С.64—71.

Физическая география и геоморфология: Респ. межвед. науч. сб. Вып. 32. Киев, 1985. 130 с.

Из содерж.: Дублянский В. Н. Карстология и спелеология на Украине. С. 3—10; Цыкин Р. А. Карст конгломератов. С. 11—17; Климчук А. Б. Понятие о пещере и некоторые проблемные вопросы теоретической спелеологии. С. 18—21; Климчук А. Б., Аксем С. Д., Шестопалов В. М., Лисиченко Г. В. Изучение геолого-гидрогеологических условий и особенностей развития карста Приднестровской Подолии в связи с организацией карстологического стационара. С. 27—33; Рогожников В. Я., Ломаев А. А. Опыт комплексного исследования пещеры Атлантида в свете природоохранных задач. С. 33—42; Левашов С. П. Геоэлектрические исследования закарстованного массива пещеры Атлантида. С. 42—46; Бахмутов В. Г., Лагутин К. П. Опыт палеомагнитного изучения пещерных отложений. С. 46—50; Андрейчук В. Н., Куница М. Н. Роль тектонического фактора в развитии карста Мамалыжского карстового района. С. 50—57; Пронин К. К., Суховой Л. Н. Проблемы генезиса глубинного карста Одесской области. С. 58—61; Киселев В. Э. Спелеологические исследования за рубежом, 1976—1981 гг. С. 62—70; Иванов Б. И., Васильев И. Н., Зенгина С. М. и др. Условия и факторы техногенной активизации карстового процесса. С. 71—78; Блоцкий Н. А. Карст Язовского месторождения и его техногенная активизация. С. 78—84; Воропай Л. И., Коржик В. П., Костюк Л. С. Антропогенная активизация карста. Проблемы его хозяйственного использования. С. 84—91; Душевский В. П., Кузнецов А. Г. Исторические аспекты природопользования и влияние антропогенного фактора на развитие карста Крымского предгорья. С. 98—102.

Филиппов А. Г. Роль карста в формировании рельефа трапповых плато на примере Мархинско-Моркокинского междуречья//Вопросы геологии и палеогеографии Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1985. С. 117—130.

Хасанов А. С., Маматкулов М. М., Ишанкулов Р. Некоторые итоги изучения трещинно-карстовых вод горных массивов Узбекистана и задачи дальнейших исследований//Узб. геол. журн. 1985. № 4. С. 35—37.

Шутов Ю. И., Севастьянов Е. М. Современная активизация карста на плато Караби в Горном Крыму//5-й съезд Геогр. об-ва УССР, Симферополь, март 1985: Тез. докл. Киев, 1985. С. 133.

ДЕПОНИРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

Ведерников В. В., Прилепин В. М., Шмагин Б. А. Результаты многомерного статистического анализа распределения поверхностных карстовых форм в зоне влияния Камского водохранилища в зависимости от комплекса природных условий / Моск. ун-т. М., 1985. 21 с. Деп. в ВИНТИ 07.05.85, № 3058.

1986 КНИГИ

Оценка устойчивости закарстованных территорий: Обзор и рекомендации/ЦП НТГО; В. М. Кутепов. М., 1986. 68 с.

Печеркин А. И. Геодинамика сульфатного карста. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1986. 170 с: ил.

Толмачев В. В., Троицкий Г. М., Хоменко В. П. Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий. М.: Стройиздат 1986. 177 с: ил.

Хоменко В. П. Карстово-суффозионные процессы и их прогноз М.: Наука, 1986. 97 с: ил.

СТАТЬИ

Абдужабаров И. Роль глубины вертикального и густоты горизонтального расчленения рельефа в формировании карста гор Южного Узбекистана // Природопользование Юго-Западного Узбекистана. Самарканд, 1986. С. 22—29.

Андрейчук В. Н. Системный подход к изучению карста//Системный подход в геологии: теоретические и прикладные аспекты: 2-я Всес. конф., 9—11 сен. 1986: Тез. докл. М., 1986. Ч. 2. С. 310—311.

Васадзе Ш. Е. Некоторые данные Цхалтубской карстовой системы и прилегающей территории по геофизическим исследованиям // Актуальные вопросы наук о Земле: Материалы докл. Респ. конф. мол. ученых и специалистов, посвящ. 27 съезду КПСС и 27 съезду Компартии Грузии. Тбилиси, 1986. С. 69—70.

Вахрушев Б. А. Применение картографического метода для выявления корреляционных связей в карстовых геосистемах // Всес. со-вещ. по пробл. геоморфол. корреляции — 18-й Пленум геоморфол. комис. АН СССР: Тез. докл. и путеводитель геоморфол. экскурсий для участников совещ., Тбилиси, 10—16 ноябр. 1986. Тбилиси, 1986. С. 86.

Вегеле А. Л. Поверхностный четвертичный карст Салаирского Кряжа//Вопросы географии Сибири. Томск, 1986. № 17. С. 57—67.

Волков С. Н. Системный подход к изучению пещер // Системный подход в геологии: теоретические и прикладные аспекты: 2-я Всес. конф., 9—11 сент. 1986: Тез. докл. М, 1986. Ч. 2. С. 321—322.

Вопросы строительного освоения закарстованных территорий / Сорочан Е. А., Троицкий Г. М., Толмачев В. В. и др.//Инж. геология. 1986. № 4. С. 80—87.

Воскресенский С. С., Колосова Г. Н., Махова Ю. В. Истерия развития карста Восточного Казахстана в позднем кайнозое// Вест. МГУ. География. 1986. № 2. С. 84—91.

Изучение свойств массивов пород и геологических процессов. М.:Недра, 1986. 118 с. Из содерж.: Нещеткин О. Б. Вопросы механизма образования карстовых провалов в песках. С. 87—94; Колосов Е. В. История развития карста в низовьях Оки в палеозойско-кайнозойское время. С. 94—96; Миронов Н. А. Возможность прогноза устойчивости закарстованных территорий с помощью эманационного метода. С. 108—111.

Капанадзе В. М., Джамришвили А. Р. Новейшие спелеологические исследования Цхалтубского района // Актуальные вопросы наук о Земле: Материалы докл. Респ. конф. мол. ученых и специалистов, посвящ. XXVII съезду КПСС и XXVII съезду Компартии Грузии. Тбилиси, 1986. С. 10—11.

Кондратьев Н. Н. О совершенствовании методики гидрогеологического изучения закарстованных пород//Сб. науч. тр. Гидропроекта. 1986. № 113. С. 75—85.

Колосов Е. В. Влияние палеогеографических условий голоцена на эволюции карста в бассейне Нижней Оки // Геоморфология. 1986. № 2. С. 59-64.

Кузнецов А. П., Решетняк Н. М., Грудская И. З. Карст в бассейне р. Оскол//Вестн. Харьк. ун-та. 1986. № 283. С. 39—40.

Лаврусевич А. А., Лаврусевич С. А. Псевдокарст прибрежной зоны Нурекского водохранилища//Докл. АН ТаджССР. 1986. Т. 29, № 3. С. 172—177.

Лехов А. В. Физико-химические условия распределения закарстованности массивов карбонатных пород // Инж. геология. 1986. № 2. С. 78—85.

Марцинкявичюс В. И., Буцявичюте С. В. Геологические и гидрогеологические условия развития сульфатного карста в Северной Литве // Науч. тр. вузов ЛитССР. Геология. 1986. Вып. 7. С. 104—121.

Николаев А. С., Тимонин А. А., Тимонина Е. А. Влияние инженерно-хозяйственной деятельности на развитие карстовых процессов в аспекте рационального использования и охраны окружающей среды в Ленинградской области // Зап. / Ленингр. горн. ин-т. 1986. Т. 109. С. 71—73.

Осипов Ю. Б., Чертков Л. Г. Методика инженерно-геологического изучения карстовых и суффозионно-провальных явлений в условиях крупного города // Инж. геология. 1986. № 5. С. 72—84.

Печеркин А. И. Связь между минеральным составом, физико-механическими свойствами и растворимостью в сульфатных породах // Изв. вузов. Геология и разведка. 1986. № 11. С. 89—91.

Печеркин И. А., Андрейчук В. Н. Структурно-тектонические условия развития карста на юго-востоке зоны сочленения Восточно-Европейской платформы и Предкарпатского прогиба // Изв. вузов. Геология и разведка. 1986. № 10. С. 18—24.

Пещеры: Методика изучения: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т; Ред. К. А. Горбунова. Пермь, 1986. 138 с: ил.

Из содерж.: Бальян С. П., Ванян Р. А. Пещеры Армении и пути их хозяйственного использования. С. 6—12; Дублянский В. Н., Шипунова В. А., Дублинская Г. Н. К проблеме формирования коррозионно-эрозийных полостей. С. 12—17; Андрейчук В. Н. Некоторые закономерности спелеогенеза на юге Подольско-Буковинской карстовой области. С. 17—24; Крылова Е. В., Иванов А. В., Киселев В. Э. Карст и пещеры массива Сары-Тала. С. 24—31; Малков В. Н. О систематике внутреннего рельефа пещер равнинного карста. С. 31—37; Исследование процесса растворения гипсо-ангидритов в условиях Кунгурской пещеры / Горбунова К. А., Дорофеев Е. П., Максимович Н. Г. и др. С. 39—47; Печеркин А. И. Связь крупных пещерных систем сульфатного карста с распределением тектонической трещиноватости. С. 48—57; Демин Л. В. Методика поиска пещер на Дальнем Востоке, С. 57—60; Лобанов Ю. Е., Рыжков А. Ф. Стадийность развития пещер зоны активного водообмена в карбонатных отложениях. С. 60—68; Шимановский Л. А., Минькевич И. И. На семинаре — проблемы гидрогеологии и карста. Пермь, 27—28 ноябр. 1984. С. 97—98; Климчук А. Б., Киселев В. Э. Новые данные о крупных карстовых полостях СССР. С. 103—107; Климчук А. Б., Киселев В. Э. Международные спелеологические встречи в Яворжи, ЧССР, 4—8 апр. 1984. С. 107—109; Андрейчук В. К., Коржик В. П. Исследование пещеры Золушка продолжается. С. 109—110; Волков С. Н., Андрейчук В. Н., Янчук Э. Я. Находка бернессита в гипсовой пещере. С. 113—114.

Поляков В. А., Криштал Н. Н., Ткаченко А. Е. Оценка интенсивности карстования карбонатных пород по данным об изотопном составе углерода карбонатной системы подземных вод // Всес. симпоз. по геохимии изотопов, Москва, 1—3 дек. 1986: Тез. докл. М., 1986. С. 281—283.

Раквишвили К. Ш., Киселев В. Э. Пещера Ткибула-Дзеврула [ГрузССР] // Пещеры Грузии. 1986. № 11. С. 15—29.

Скиба С. И., Васильев Л. Б., Добрин Э. З. Изыскания и оптимизация проекта противифльтрационных мероприятий по карстовому массиву, входящему в напорный фронт гидроузла Хоабины // Сб. науч. тр. Гидропроткта. 1986. № 113. С. 44—56.

Смирнов А. И., Книсс В. А. Биоспелеологический метод определения возраста карстовых пещер (на примере пещер Южного Урала) // Геоморфология. 1986. № 1. С. 96—98.

Творин А. П. Карстово-суффозионные явления на новоорошаемых серо-бурых почвах Канимехской степи // Сб. науч. тр. / Ин-т почвоведения и агрохимии АН УзССР. 1986. № 29. С. 108—109.

Факторы и процессы ландшафтообразования. М.: Наука, 1936. 125 с.

Из содерж.: Гвоздецкий Н. А. Карстовые явления в окрестностях Каповой пещеры. С. 3—10; Чикишев А. Г. Роль растительности и карстообразования. С. 10—11; Бурлешин М. И., Чикишев А. Г. Вопросы использования ландшафтных рисунков в карстоведении. С. 12—14; Баранник О. И. Оценка влияния природных факторов на карст статистическими методами. С. 14—17; Морозов А. И., Коротаев М. А. Пропась Меженного. С. 17—22.

Федин В. П., Красильников Б. А., Тиунов К. В. Карстовые образования в Туркменистане // Пробл. освоения пустынь. 1986. № 6. С. 49—53.

Юровский Ю. Г., Юровская Т. Н. Субмаринная разгрузка трещинно-карстовых вод в юго-западном Крыму // Геол. журн. 1986. Т. 46, № 5. С. 58—63.

Юсова Э. Н., Дубинчук В. Т. Принципы физического моделирования процессов выщелачивания карбонатных пород // Физическое моделирование гидрогеологических и инженерно-геологических процессов. М., 1986. С. 77—83.

ДЕПОНИРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

Андрейчук В. Н. Некоторые особенности карстового рельефа в зоне сочленения Восточно-Европейской платформы с Предкарпатским краевым прогибом // Материалы 3 Конф. мол. ученых Ин-та геологии и геохимии горючих ископаемых / Ин-т геологии и геохимии горючих ископаемых АН УССР. Львов, 1986. Т. 1. С. 156—160. Деп. в ВИНТИ 25.03.86, № 1960-В.

Богатырева О. А. О некоторых возможностях изучения подземного карста и особенностях его распространения (на примере Пермского Прикамья) / Перм. политехн. ин-т. Пермь, 1986. 17 с. Деп. в ВИНТИ 09.12.86, № 8392-В.

Кожеватов Е. Д. Некоторые теоретические вопросы проблемы понятия «глубинный карст» / Казан. ун-т. Казань, 1986. 33 с. Деп. в ВИНТИ 12.03.86, № 1728-В.

Мусин А. Г. Географическая теория в карстоведении / Ленингр. гос. пед. ин-т. Л., 1986. 25 с. Деп. в ВИНТИ 11.06.86, № 4235-В.

Мусин А. Г., Доронин А. П. Особенности развития карста Новгородской области / Ленингр. гос. пед. ин-т. Л., 1986. 28 с. Деп. в ВИНТИ 11.06.86, № 4234-В.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Дублянская Г. Н., Дублянский В. Н. Г. А. Максимович и современная спелеология	6
ГЕОЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС ПЕЩЕР	
Климчук А. Б., Андрейчук В. Н. Геолого-гидрогеологические условия развития и генезис крупных гипсовых пещер Запада Украины	12
Коржик В. П., Минькевич И. И. О спелеогенезе карстовой системы Золушка	25
Демедюк Ю. Н., Покалюк В. В., Цукорник И. Г. Генезис и этапы развития пещеры Оптимистическая	31
Дорофеев Е. П. Эволюция оледенения Кунгурской пещеры	36
Кудряшов И. К., Кудряшов А. И. Пещеры гипсового карста Башкирии	41
Малков В. Н., Николаев Ю. И., Лускань В. Ф. Типы гипсовых пещер Пинежья	46
Макухин В. А., Молодкии П. Ф. Гипсовые пещеры Северного Кавказа	50
Филиппов А. Г., Школьник О. А. Геология новых гипсовых пещер Восточной Сибири	52
Маматкулов М. М. Гипсовые пещеры Средней Азии	65
Абдужабаров М. А. Пещеры сая Абдудары	71
МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЛОСТЕЙ	
Аксём С. Д., Климчук А. Б. Изучение интенсивности и динамики растворения гипсов в пещерах Запада Украины	75
Маклашин А. В. Растворимость гипсов района пещеры Золушка	86
Станкевич Е. Ф., Вишневецкий П. В., Виленский М. А. Геологические и геофизические методы выявления полостей в сульфатных и сульфатно-карбонатных породах	89
ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕЩЕР	
Горбунова К. А. Из истории отечественной спелеологии (XVIII век)	96
Шурубор А. В. Работы Г. А. Максимовича по вопросам морфологии и эволюции пещер	105
Филиппов А. Г., Вологодский В. Г. К истории изучения сульфатного карста и пещер Приангарья	110
Ежов Ю. А., Лукин В. С. Первый директор Кунгурского стационара	112
ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ПЕЩЕР	
Коржик В. П. Основные задачи охраны пещер западных областей Украинской ССР	115

НОВОСТИ СПЕЛЕОЛОГИИ

Киселев В. Э., Климчук А. Б. Спелеологические открытия в СССР в 1986—1987 годах	118
Валуйский С. В., Родионов В. В., Белокрыс И. А. Длиннейшие и глубочайшие пещеры Пермской области	123
Мичкова Г. Л., Нуртдинова Р. Б. Пещера Темная	127
Савчин М. П., Медведев А. В., Остьянова Н. Н., Турчинов И. И. Об открытии пещеры Джуриная	128
Андрейчук В. Н., Волков С. Н. Железо-марганцевые сталагмиты в пещере Золушка	128
Хачатрян С. О. Спелеоэксспедиции Айастан-85 и Айастан-86	130
Берсенев Ю. И. Карст и пещеры острова Сахалин	132
Шолохов В. В., Тиунов К. В. О геологических условиях развития карста и происхождении пещер Южного Устьярта	133

В ИНСТИТУТЕ КАРСТОВЕДЕНИЯ И СПЕЛЕОЛОГИИ

IV Всесоюзного карстово-спелеологического совещание	135
Деятельность ВИКС в 1985—1987 годах	136
На международном симпозиуме по карсту	138

РЕЦЕНЗИИ

Крупнейшие пещеры и шахты мира	140
Справочник по пещерным регионам мира	142
Карстово-спелеологические исследования на Украине	143
Геологические памятники Украины	143
Пещеры Грузии	144
Очередной номер венгерского журнала «Карст и пещеры»	144
Словацкий карст	144
Наши Ямы	145
Сборник о пещерах Боснии и Герцеговины	145
Пещеры Словении	146
Карст Западных Альп	146
Спелунка	147
Первая пещерная фотография	147
Исследования английских спелеологов в 1985 году	148
Исследование пещер Мадагаскара	148
Семинар по изучению карста в Мамонтовой пещере	149
Заключение	150
БИБЛИОГРАФИЯ по пещерам и карсту	151

CONTENTS

Preface	5
speleology	6
Geology and genesis of caves	
Klimchuk A. B., Andreytchuk V. N. Geological-hydrogeological conditions of development and genesis of large gypsum caves of Western Ukraine	12
Korzhih V. P., Minkevich I. I. On the speleogenesis of karst system Zolushka	25
Demeduk Y. N., Pokaluk V. V., Tsukornik I. G. Genesis and stages of development of Optimisticheskaya cave	31
Dorofeev E. P. Evolution of Kungur Cave glaciation	36
Kudryashov I. K., Kudryashov A. I. Gypsum karst caves of Bashkiria	41
Malkov V. N., Nickolaev Y. I., Luskan V. Ph. Types of gypsum caves of Pynezhie	46
Makukhin V. A., Molodkin P. Ph. Gypsum caves of Northern Caucasus	50
Philippov A. G., Shkolnik O. A. Geology of new gypsum caves of Eastern Siberia	52
Mamatkulov M. M. Gypsum caves of Middle Asia	65
Abduzhabarov M. A. Caves of Abdudary	71
Methods of underground cavities investigations	
Axem S. D., Klimchuk A. B. Investigation of intensity and dynamics of gypsum solution in Western Ukrainian caves	75
Maklashin A. V. Gypsum solubility of Zolushka cave area	86
Stankevich E. Ph., Vishnevsky P. V., Vilensky M. A. Geological and geophysical methods of cavities discovery in sulphate and sulphatecarbonate rocks	89
History of caves investigation	
Gorbunova K. A. From the history of native speleology (XVIII century)	96
Shurubor A. V. Works of G. A. Maximovich on the problems of caves morphology and evolution	105
Philippov A. G., Vologodsky V. G. On the history of sulphate karst and caves investigation in Priangariye	110
Ezhov Y. A., Lukin V. S. The first director of Kungur Laboratory	112
Problems of caves protection	
Korzhih V. P. The main problems of caves protection of Western areas of the Ukraine	115
News of speleology	
Kiselev V. E., Klimchuk A. B. Speleological discoveries in the USSR in 1986—1987	118

Valuisky S. V., Rodionov V. V., Belokryz I. A. The longest and the deepest caves of Perm region	123
Michkova G. L., Nurtdinova R. B. Tjomnaya cave	127
Savchin M. P., Medvedev A. V., Ostyanova N. N., Turchinov I. I. On Dzhurinskaya cave discovery	128
Andreytchuk V. N., Volkov S. N. Ferromanganesian stalagmites in Zolushka cave	128
Khachatryan S. O. Speleoexpeditions Aiastan-85 and Aiastan-86	130
Bersenev Y. I. Karst and caves of Sakhalin	132
Sholokhov V. V., Tiunov K. V. On the geological conditions of development of karst and genesis of South Ustyurt caves	133

At the Karstology and Speleology Institute

IV Ail-Union karst-speleological conference	135
The activity of the Karstology and Speleology Institute in 1985—1987	136
At the international karst symposium	138

Reviews

The largest caves and shafts of the world	140
Reference book on cave regions of the world	142
Karst-speleological investigations in the Ukraine	143
Geological monuments of the Ukraine	143
Caves of Georgia	144
Regular issue of Hungarian magazine «Karst and caves»	144
Slovakian karst	144
New issue of «Nashy Jamy»	145
Collected articles on Bosnia and Herzegovina caves	145
Slovenian caves	146
Karst of Western Alps	140
Spelunca	147
First cave photography	147
Investigations of English speleologists in 1985	148
Investigation of Madagascar caves	148
Karst Field studies at Mammoth cave	149
Conclusion	150

Bibliography

Literature on karst and caves	151
-------------------------------	-----