

551.4
ПЗ1

Дешевы

Методика изучения



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. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ
Межвузовский сборник научных трудов

Пермь 1986

УДК 551.44

Пещеры. Методика изучения: Межвузовский сборник научных трудов / Перм. ун-т. — Пермь, 1986. — 143 с.

Сборник (выпуск 20) посвящен проблемам общей и региональной спелеологии. В нем изложены результаты исследования пещер Кавказа, Русской равнины, Приуралья, Дальнего Востока, описаны методы их изучения, приведены новые данные о крупнейших пещерах СССР и мира.

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

Рецензент: Кунгурский стационар Уральского научного центра АН СССР

Печатается по постановлению редакционно-издательского совета Пермского университета

Редакционная коллегия

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, И. А. Печеркин** (Пермский университет) — главный редактор.

На обложке: Ледяные сталагмиты (Кунгурская пещера). Фотография Е. П. Дорофеева.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В Перми в 1947 г. был основан первый в СССР специальный печатный орган по пещероведению — «Спелеологический бюллетень». В 1961 г. он стал выходить под названием «Пещеры». С 5-го выпуска «Пещеры» являются печатным органом Института карстоведения и спелеологии, с 16-го — Всесоюзного института карстоведения и спелеологии, а с 17-го — издаются как межвузовский сборник научных трудов.

Настоящий (20-й) выпуск посвящен исследованию пещер Кавказа, Русской равнины, Приуралья, Дальнего Востока, методам их поиска и изучения.

На примере Кунгурской ледяной пещеры и длиннейших гипсовых пещер Золушка и Буковинка показана связь образования гротов и проходов с тектонической трещиноватостью. Рассмотрена методика изучения газового состава подземных полостей. В одной из статей анализируется влияние микроклимата пещер на организм человека.

В разделе «Новости спелеологии» приводятся новые данные о протяженности и глубине пещер СССР и мира, о новых спелеологических исследованиях в нашей стране и за рубежом.

Сборник включает традиционный раздел «Библиография».

ПЕЩЕРЫ

УДК 551.442

С. Л. Бальян, Р. А. Ванян

Географическое общество Армянской ССР

ПЕЩЕРЫ АРМЕНИИ И ПУТИ ИХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Сложный, интенсивно расчлененный рельеф Армении и литолого-петрографический состав пород создают многообразие условий пещерообразования. Формирование пещер происходило в основном в верхнеплиоцен-плейстоценовое время на фоне дифференциальных движений, глубинной эрозии рек, изменчивого режима вертикальной циркуляции подземных вод, обусловленного неоднократным изменением климата.

Несмотря на указанные сложные условия пещерообразования, различные по генезису, форме и пространственному положению пещеры Армении можно подразделить на следующие основные морфогенетические типы:

1) пещеры, выработанные в эффузивных породах Армянского вулканического нагорья;

2) карстовые пещеры, развитые преимущественно в известняково-доломитовых породах складчато-глыбовых гор Малого Кавказа, Армянского и Внутреннего Тавра.

Армения характеризуется мощным покровом неоген-антропогенных эффузивов, слагающих обширные плато — плоскогорья и высокие вулканические массивы, расчлененные водной и ледниковой эрозией. Вулканогенный чехол нагорья представлен двумя формациями: нижней, пирокластической со средней мощностью 200—300 м; верхней, собственно эффузивной (лавовые потоки и покровы) мощностью от 50 м до 1 км.

К отмеченным формациям приурочены различные по объему и морфологии естественные и искусственные пещеры. Пирокластическая толща сложена в основном туфами, туфобрекчиями, агломератами, перемежающимися с песчаниками, конгломератами и лавовыми пластами.

Обнажения этой толщи, именуемой Годерзско-Вохчабердской, с определёнными литолого-петрографическими разностями встречаются в Восточной Анатолии (Кападокии — в районах Кайсери, Ургюп, Кония), западной Армении (в районах Бингель, Басен, Каре, Ани), южной Грузии (в районах Вардзиа, Годерзи, Ахалкалаки), центральной Армении (в районах Вохчаберд, Гегард), Южной Армении и Северном Иране (в районах Горис, Тебриз, Марага) и т. д. [1].

В отмеченных районах широко распространены естественные углубления: пещеры, гроты, каверны и выработанные в них древние и средневековые пещерные сооружения.

Подземные жилища вырублены в относительно податливых к обработке пластах риолитовых гуфов, литокластических пемз (перлитов). Характерны для них Кападокийские, Анийские многоходовые жилища, а также неглубокие пещерные сооружения в районах Вохчаберд, Горис, в верховьях рек Елпин, Сулем, Ехегис, в ущельях рек Кура, Аракс и их притоков.

В ряде случаев для долговечности сооружения (монастыри, усыпальницы, постройки крепостного типа) пещеры выдалбливались в плотных туфах, так называемых спекшихся игнимбритах, часто путем обработки естественных контактно-литологических полостей и эрозионных углублений. Они использовались человеком с незапамятных времен (монастыри Гегард, Вардзиа, Ургюп, Кайсери, церковь сурб Аствацацин, Вайк и др.). Большая мощность монолитных игнимбритов (до 300 м) позволила средневековым мастерам спроектировать и построить монументальные пещерные церкви с великолепными барельефными изображениями.

Топо-морфологические условия залегания Годерзско-Вохчабердской толщи и степень ее расчленения были весьма благоприятны для постройки в них многоходовых жилищ-убежищ, труднодоступных для врага. Толща в большинстве случаев залегает почти горизонтально, слагает высокие столовидные плато, ограниченные глубокими оврагами и ущельями (южные склоны Варденисского и Гегамского хребтов и массива Бингель, западные склоны Армянского хребта и т. д.). На отвесных и ступенчатых склонах ущелий, используя естественные преграды (выступы внутриформационных лав и плотных туфов), строили различные защитные сооружения. По контактам лав с пирокластами или по ослабленным сбросами и гидротермами зонам пройдены штольни, связанные с источником воды, отмечены другие мелкие коммуникационные проходы.

Многочисленные пещеры имеются также в перекрывающих Годерзско-Вохчабердскую толщу лавовых покровах.

Они представляют собой естественные эрозионные углубления в межлавовых рыхлообломочных слоях или крупные каверны и гроты в самой лаве.

Обычно между отдельными потоками лав расположены древние элювиально-делювиальные, аллювиальные грунты. Эти обожженные кирпично-красные плотные слои, так называемые литомарге, служат водоупором для вышезалегающих водоносных трещиноватых лав. При вскрытии их в глубоких эрозионных врезках, в частности, в каньонах рек Ахурян, Касах, Раздан, Азат, Воротан, оттуда брали начало мощные родники, которые впоследствии высохли в результате размыва слоев «литомарге» и провала вод в нижележащую толщу лав. Таким образом, в стенах каньонов упомянутых рек образовались многоэтажные открытые и относительно неглубокие пещеры, сохранившие следы глубинной и боковой эрозий рек.

Более глубокие, иногда и многоголовые пещеры имеются в самой толще лавовых потоков. Они образованы в момент излияния богатых газами так называемых пещеристых лав. Пещеры представляют собой газовые пузыри в застывшей лаве. Встречаются также пещеры-желоба, образованные при течении горячей лавы, одетой мощным панцирем охлажденной коры. В пещеристых лавах Гегамского нагорья, Арагаца, вулкана Вайоцсар и других глубокие гроты и пустоты связаны щелями и узкими проходами. Местные жители называют их «гыр-гыр-ами» из-за подземных шумов, вызванных циркуляцией воздуха.

Упомянутые пещеры разного генезиса служили жилищем человеку каменного века. В пещерах каньонов рек Касах, Раздан, Воротан, верховьях Азата обнаружены и частью исследованы культурные слои, содержащие обсидиановые орудия, костные остатки животных, настенные росписи и другие интересные археологические материалы. В средние века некоторые из этих пещер были усовершенствованы и приспособлены для тайников, подземных мастерских, хранения продуктов и т. д.

Карстовые пещеры широко развиты в толщах известняков и доломитов мезозойского и палеогенового возраста, слагающих интенсивно расчлененные складчатые хребты внешних дуг Малого Кавказа (бассейны рек Агстев, Ахум, Тавуш, Хндзорут). Они распространены также в известняковом комплексе палеозоя и мезозоя, который слагает складчато-глыбовые, осложненные сбросами хребты Внутреннего и Армянского Тавров (бассейны рек Евфрат, Тигр, Заб, Аракс, особенно левые притоки последней — Веди, Арпа, Воротан). В отличие от карстовых пещер Большого Кавказа карстовые

пещеры Армянского нагорья вследствие глубокого дренажа известняковых толщ долинами упомянутых рек в большинстве случаев сухие. Почти всегда вход в пещеру располагается на высоких и крутых стенах ущелий.

Слоистость известняков и доломитов, перемежающихся с мергелями, песчаниками, брекчиями и вулканическими пластами (туффигов и туфопесчаников), интенсивная дислоцированность пород, осложненная сбросовой тектоникой и, наконец, наличие глубоких щелеобразных долин, приуроченных к разломам, — все это определяет особенности морфологии подземных карстовых форм, их отличие от известных карстовых пещер Крыма [2] и Кавказа [4].

Пещеры Армянского нагорья относительно короткие, хотя встречаются отдельные пещеры, длина которых превышает 1 км (пещера Арчери). В толщах карстующихся пород часто отмечается резкая смена фаций, обусловленная неотектоническим дроблением разнородных слоев стратиграфического разреза.

Основная особенность карстовых пещер — это соединение широких залов, крупных полостей с узкими проходами. Для этих форм характерно пересечение стволов (магистральных галерей) поперечными или диагональными проходами, ярко выраженная ступенчатость днищ пещер, отсутствие поноров (вертикальных колодцев), вскрытые многоголовые отростки пещер в обрывистых склонах ущелий. Карстовые родники почти отсутствуют.

Вследствие описанных морфологических и геолого-гидрогеологических особенностей исследование карстовых пещер значительно затруднено. Однако эти особенности позволяют обнаружить полости с богатейшими карстовыми формами девственной сохранности (пещера Арчери).

Установлено, что открытые карстовые пещеры использовались человеком начиная с эпохи нижнего-среднего палеолита. Примером может служить всемирно известная пещера Шанидар, расположенная на склонах южных отрогов Армянского Тавра (в северном Ираке). В этой пещере среднепалеолитические культурные слои имеют мощность 13 м. В них найдены останки девяти неандертальцев, каменные изделия которых определены как мустьерские [3]. Однако к настоящему времени только центральный участок пещеры раскопан до коренных пород. На других участках считается весьма вероятным наличие более древних культурных слоев. Обнаружены очаги семейного и общего пользования, захороненные под обвалами камней. Камнепады со сводов пещер Армении — частое явление. Они возникают по причине тектонического дробления пород и интенсивной сейсмичности.

Пещеры, аналогичные по Морфологии и геолого-тектоническому строению пещере Шанидар, имеются также в глубоких речных долинах, расчлняющих горные склоны Внутреннего Тавра и его восточных отрогов — Урцского и Айоцзорского хребтов. Часть карстовых пещер была благоустроена в античные и средние века для нужд языческих храмов и монастырских комплексов. Подобные пещеры известны в Тароне (Аштишат), Васпуракане (г. Вараг, Артос), Айрарате (Хорвирап), Гугарке (Ахпат, Санаин) и др. Не исключено, что с такой же целью использовались пещеры Айоцзорского хребта (Ехегнадзорский район). В этом районе сейчас ведутся комплексные (спелеологические, геоморфологические, геологические, археологические, палеозоологические и медико-географические) исследования, организованные Управлением по охране и использованию памятников истории и культуры при Совете Министров Армянской ССР и Армянским географическим обществом, совместно с институтами Академии наук Армянской ССР и другими организациями.

В левобережье р. Арпа от с. Арени до с. Агаракадзор высокими обрывистыми уступами обнажаются мощные слои известняков, конгломератов и песчаников палеозойского, мелового и палеогенового возраста, в залегании которых отмечаются отчетливые тектонические несогласия. Слои разбиты многочисленными сбросами и прорезаны глубокими притоками р. Арпа.

На многих участках обрывистых склонов и присклоновой части водораздельного плато — верхнеплиоценовой террасы р. Арпа — развиты древние карстовые формы, приуроченные чаще всего к плоскостям сбросовых нарушений. На поверхности деформированной террасы и денудационных ступеней древние карры и провальные долины разрушены эрозией. Частично они выполнены делювием и глинистыми слоями. Однако древние карстовые пещеры с затухающими или приостановившимися процессами карстообразования хорошо сохранены в толщах известняков. Вследствие глубокого дренажа известняков р. Арпа, незначительного водообмена и отсутствия вертикальной циркуляции вод большинство пещер района сухие. Имеющиеся в них сталактиты, кораллоподобные отростки, натечные, занавесы, пизолиты и другие хемогенные образования сохранены в первоначальном виде. Процессы карстообразования незначительной интенсивности отмечаются в мелких и узких ответвлениях многоголовой пещеры Магела и пещеры Арчери. В них есть залы, соединенные узкими проходами. Богатством карстовых форм отличается вскрытый недавно карстовый комплекс пещер Мозров — Арчери. Не подвергшиеся воздействию человека карстовые

полости заполнены великолепными сталактитовыми лесами, «кораллами», состоящими из кристаллического арагонита, окрашенного рудными растворами. Некоторые пещеры, особенно пещера Магела, использовались человеком. В них значительная часть карстовых форм уничтожена или разграблена. Однако эти пещеры приобрели археологическую ценность вследствие наличия в них мощного культурного слоя. В одном из отдельных залов пещеры Магела обнаружено большое количество летучих мышей, представляющих биологический интерес.

Наряду с большим научно-исследовательским значением пещерный комплекс Ехегнадзорского района имеет широкие возможности развития пещерного туризма, а также других форм рационального использования пещер для нужд народного хозяйства. Как показало изучение, карстовые пещеры Вайка, в частности пещера Арчери, по богатству карстовых форм, естественной устойчивости и другим природно-ландшафтным, инженерно-техническим и экономическим показателям могут служить объектом туризма, разумеется, при соответствующем их благоустройстве.

Освоение пещер для туристских целей рентабельно еще и в связи с тем, что наряду с карстовыми пещерами в Ехегнадзорском районе имеются уникальные формы новейшего вулканизма (вулкан Вайоцсар) и представляющие культурно-эстетическую ценность средневековые постройки. Поэтому в программу комплексных исследований было включено также изучение природных достопримечательностей, памятников истории и культуры, которые могут быть связаны с пещерой Арчери как туристско-экскурсионный комплекс. Следует отметить открытие спелеологами пещеры в районе с. Арени. В ней обнаружены предметы средневековой утвари, очевидно XVII—XVIII вв.

Пещеры Магела ущелья Грав и другие уже могут быть освоены для народнохозяйственных целей: хранения фруктов и скоропортящихся продуктов; лечения больных при наличии в них ионизированного пещерного воздуха, постоянных температуры, влажности и других благоприятных показателей; выращивания шампиньонов; созревания различных видов сыра, характерных для народного хозяйства Ехегнадзорского района Армянской ССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бальян С. П. Структурная геоморфология Армянского нагорья и окаймляющих областей. — Ереван, 1969. — С. 389.
2. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты горного Крыма, — Л., 1974.

3. Солецки Р. С. Уровни обитания в среднепалеолитических отложениях пещеры Шанидар в северном Ираке / Тез. докл. XI конгресса ИНКВА. — М., 1982. — Т. 2. — С. 265-267.

4. Тинтилозов З. К. Карстовые пещеры Грузии. — Тбилиси, 1976. — С. 274.

УДК 551.444

В. Н. Дублянский, В. А. Шипунова

Симферопольский университет

Г. Н. Дублянская

Институт минеральных ресурсов

К ПРОБЛЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОРРОЗИОННО-ЭРОЗИОННЫХ ПОЛОСТЕЙ

Полости карстово-эрозионного класса сформированы современными или древними подземными потоками инфлюационного и инфильтрационного питания. Они имеют четкую геоморфологическую и гидрогеологическую локализацию. К этому классу относятся все крупнейшие карстовые полости СССР и мира [2]. Несмотря на значительные успехи теоретической спелеологии, проблема формирования карстово-эрозионных полостей до сих пор является дискуссионной.

При спелеологическом анализе используются термины «цикл», «эпоха» или «фаза», «стадия» или «этап» [5, 6, 7, 8, 10, 11 и др.]. На основании изучения обширной отечественной и зарубежной литературы авторы предлагают следующую их трактовку. Цикл — это продолжительный период в истории формирования сложных карстующимися породами геологических структур, характеризующийся однонаправленностью их развития (циклы стабилизации, восходящих и нисходящих тектонических движений); фаза — часть цикла, отличающаяся однородными гидрогеологическими условиями образования карстовых полостей (фазы фреатическая, уровенная и вадозная); этап — часть фазы, имеющая определенный ведущий процесс спелеогенеза (этапы карстовый, эрозионный, гравитационный); стадия — часть этапа, характеризующаяся определенными морфолого-гидрогеологическими признаками карстовых полостей (стадии трещинная, щелевая, каналовая, коридорно-гrotовая, коридорно-гrotо-речная, коридорно-гrotо-озерная, коридорно-гrotо-камерная).

Предлагаемый подход не противоречит учению Д. С. Соколова [9] об основных условиях развития карста, представлениям Г. А. Максимовича [5, 6] и Л. И. Маруашвили [7] об этапно-стадийном развитии карстовых полостей.

Принципы выделения циклов, принятые авторами, не требуют дополнительных разъяснений. Иначе обстоит дело с фазами, этапами и стадиями. Фреатическая, уровенная и вадозная фазы в гидрогеологическом аспекте соответствуют периоду развития карстовой полости в гидродинамических зонах полного насыщения, сезонных колебаний уровней и вертикальной циркуляции. Выделение сухой фазы [11] не оправдано, так как в это время пещера находится в зоне вертикальной циркуляции и может периодически обводняться инфильтрационными, инфлюационными или конденсационными водами.

Коррозионный, эрозионный и гравитационный этапы выделяются исходя из ведущего процесса спелеогенеза. На коррозионном этапе ведущий процесс — коррозия (в основном смешивания), а сопутствующий — напорная эрозия (эфорация). На эрозионном этапе ведущий процесс — напорная и безнапорная эрозия, а сопутствующие — коррозия (с участием CO_2 из атмосферного и почвенного воздуха) и гравитация (обвалы в местах пересечения трещин). На гравитационном этапе ведущий процесс — гравитация, а сопутствующие — конденсационная коррозия и эрозия инфлюационными потоками.

При выделении семи стадий спелеогенеза авторы использовали в основном сложившийся в отечественной литературе подход. Трещинная, щелевая и каналовая стадии выделены по Г. А. Максимовичу [5, 6] и Л. И. Маруашвили [7, 8]. На этих стадиях полости представляют собой литогенетические и тектонические трещины, расширенные коррозией и эфорацией (ширина до 2 см), щели или трубы (ширина 2—30 см) и каналы эллиптической, округлой или иной формы (поперечник более 30 см). Карстовая полость может быть изучена спелеологическими методами лишь на каналовой стадии. Коридорно-гrotовая, коридорно-гrotо-речная и коридорно-гrotо-озерная стадии выделены с учетом дискуссии между Г. А. Максимовичем и Л. И. Маруашвили. Коридорно-гrotовая стадия характеризуется наличием коридоров, при пересечении которых вследствие обвалов или избирательной коррозии возникли гrotы. На фреатической фазе они полностью, а на уровенной или вадозной — только в нижней части заполнены водой. Коридорно-гrotо-речная стадия отличается наличием водотока, обычно (кроме экстремальных паводков) не занимающего все сечение коридора. Коридорно-гrotо-камерная стадия является последней стадией развития собственно карстовой полости. Для нее характерно расчленение коридоров и гrotов обвальными и водными хемогенными отложениями на камеры, отсутствие постоянных

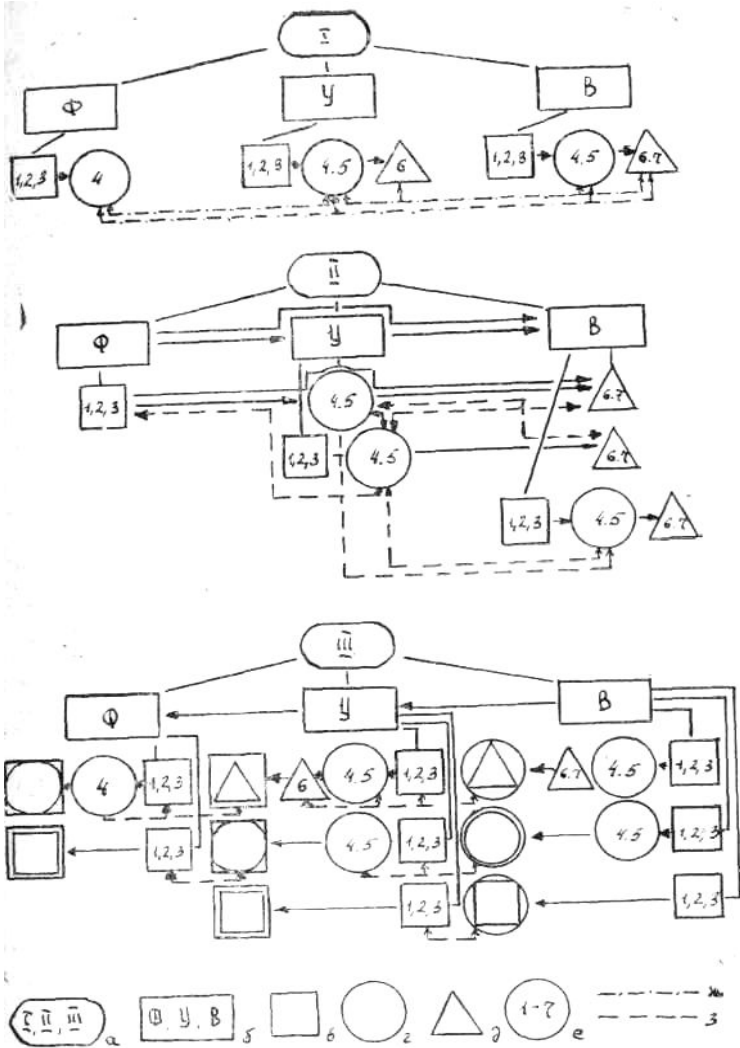
водотоков и водоемов. Выделение Г. А. Максимовичем [6] еще шести стадий не соответствует морфолого-гидрологическому принципу классификации. Процессы, свойственные натечно-осыпной, обвальнo-цементационной и пещерно-провальной стадиям, могут наблюдаться и на других стадиях развития полости. Карстовые мост, арка и долина не являются подземными формами.

Анализ отечественной и зарубежной литературы свидетельствует, что не существует единой теории формирования карстовых полостей коррозионно-эрозионного класса. В зависимости от геолого-гидрогеологических особенностей и истории развития рельефа различные карстовые массивы характеризуются разной гидродинамической зональностью. Это определяет возможности формирования однофазных, многофазных, многоцикловых полостей и их систем (рис.).

Однофазные пещеры формируются на цикле стабилизации тектонических движений в одной гидродинамической зоне. Полости уровня и вадозной фаз проходят три этапа развития: коррозионный, эрозионный и гравитационный, а фреатической фазы — два первых этапа. Для них характерны 4—7 морфолого-гидрологических стадий, набор которых различен для пещер разных фаз и этапов развития. Однофазные полости на эрозионном или гравитационном этапах могут объединяться в системы, элементы которых сохраняют четкие морфолого-седиментологические признаки той гидродинамической зоны, где они образованы.

Многофазные полости формируются в циклах восходящих или нисходящих тектонических движений в двух или трех гидродинамических зонах (рис.). Развитие трехфазной пещеры включает три фазы (фреатическую, уровенную, вадозную) и соответствующие им три этапа развития (коррозионный, эрозионный, гравитационный). Двухфазные пещеры образуются при заложении близ уровня подземных вод (фреатическо-уровенная и уровенно-вадозная полости) либо при быстром подъеме массива (фреатическо-вадозная полость). Полная эволюция многофазной пещеры имеет 7 морфолого-гидрологических стадий, причем наблюдается соответствие определенных групп стадий фазам и этапам. Многофазные полости могут объединяться в системы, элементы которых характеризуются наложением морфолого-седиментологических признаков верхних гидродинамических зон на признаки нижних зон.

Многофазные полости, формирующиеся на цикле нисходящих тектонических движений, также развиваются по фазам (рис.). Эволюция полости определяется фазой и этапом, на которых находилась полость в начале цикла. В связи с



Пространственно-временные модели формирования коррозионно-эрозийных полостей: а — циклы: I — стабилизации, II — восходящих, III — нисходящих тектонических движения; б — фазы: Ф — фреатическая, У — уровенная, В — вадозная; в, г, д — этапы: в — коррозионный, г — эрозийный, д — гравитационный (сдвоенным знаком показаны полости, сформированные на одной фазе, но перемещенные при опускании в условия другой фазы); е — стадии:

1 — трещинная, 2 — щелевая, 3 — канальная, 4 — коридорно-гrotовая, 5 — коридорно-гrotо-речная, 6 — коридорно-гrotо-озерная, 7 — коридорно-гrotо-камерная; ж, з — связи, приводящие к возникновению карстовых систем: ж — однофазных, з — многофазных

этим возможно несколько вариантов развития полостей, различающихся количеством и набором стадий. Полости могут объединяться в системы, элементы которых характеризуются наложением морфолого-седиментологических признаков нижних гидродинамических зон на признаки верхних зон.

Многоцикловые полости формируются в два-три и более цикла в нескольких гидродинамических зонах. Пространственно-временная модель их формирования представляет собой комбинацию моделей, приведенных на рисунке, в любой последовательности (I—II, I—III, II—I, II—III, III—I, III—II, I—II—I и т. д.). Элементы многоцикловых полостей характеризуются неоднократным наложением друг на друга морфолого-седиментологических признаков разных гидродинамических зон.

Множественность возможных путей развития полостей коррозивно-эрозионного класса определяет существование большого числа гипотез их образования [1]. С позиций предложенной понятийной базы их можно сгруппировать по циклам. Особенности формирования однофазных полостей, возникших в цикле стабилизации тектонических движений, объясняют гипотезы Д. Гарднера, А. Бегли, Г. Денеша, Б. Жеза, В. Мауччи (полости вадозной фазы), Р. Родеса, М. Синакори, А. Свиннертона, Дж. Трейлкилла, Д. Форда (полости уровня фазы), Л. Якуча, А. Бегли, Д. Форда и Р. Эверса (полости фреатической фазы); особенности формирования многофазных полостей, образовавшихся в цикле восходящих тектонических движений, — гипотезы В. Девиса, А. Свиннертона, Ж. Корбея, А. Бегли, Л. Якуча, Н. Гвоздецкого, Д. Форда, а в цикле нисходящих движений — В. Девиса, В. Вайта, Г. Вудворта. Гипотезу формирования многоцикловых полостей разрабатывали Д. Бретц, Г. А. Максимович, Т. Бейли, карстовых систем — Б. Жез, А. Кавай, Г. Абрами, Т. Майер, П. Гарден, Д. Форд, Р. Эверс, В. Дублянский.

Предложенные модели формирования карстовых полостей позволяют на основе детального палеогеографического анализа вскрыть особенности цикличности, этапности и стадийности карстовых полостей конкретного карстового района. Изучение же структуры и морфолого-седиментологических особенностей карстовых систем дает возможность получить новую информацию о палеогеографических особенностях территории [3, 4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Дублянский В. Н. Проблема спелеогенеза // Вопросы общего и регионального карстоведения. — М., 1977. — 11 с.
2. Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР. — М., 1982. — 136 с.
3. Дублянский В. Н., Смольников Б. М. Карстолого-геофизические исследования карстовых полостей Приднестровской Подольи и Покутья. — Киев, 1969. — 151 с.
4. Климчук А. Б., Рогожников В. Я. Сопряженный анализ истории формирования пещерной системы (на примере пещеры Атлантида). — Киев, 1982. — 57 с.
5. Максимович Г. А. Основные стадии развития многоэтажных горизонтальных карстовых пещер в известняках и гипсах // Пещеры. — Пермь, 1962. — Вып. 2.-8 с.
6. Максимович Г. А. О стадиях развития горизонтальных карстовых пещер в карбонатных отложениях / Пещеры. — Пермь, 1969 — Вып. 7 (8). — 8 с.
7. Маруашвили Л. И. Морфологический анализ карстовых пещер // Очерки по физической географии Грузии. — Тбилиси, 1969. — 78 с.
8. Маруашвили Л. И. Хронологические и пространственные закономерности пещерообразования в известняках // Карст в карбонатных породах. — Тбилиси, 1972. — 7 с.
9. Соколов Д. С. Основные условия развития карста. — М., 1962. — 322 с.
10. Тинтилозов З. К. Карстовые пещеры Грузии (Морфологический анализ). — Тбилиси, 1976. — 275 с.
11. Davis W. M. Origin of limestone caverns // Bull. of the Geol. Soc. of Amer. — 1930. — V. 41, N 3. — 152 p.

УДК 551.44 (477.8)

В. Н. Андрейчук

Львовская геологоразведочная
экспедиция ПГО Запукргеология

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СПЕЛЕОГЕНЕЗА НА ЮГЕ ПОДОЛЬСКО-БУКОВИНСКОЙ КАРСТОВОЙ ОБЛАСТИ

Подольско-Буковинская карстовая область [4] располагается в западной части УССР. На юге области (Буковина) широко развит сульфатный карст, связанный с 20—30-метровым слоем миоценовых гипсоангидритов.

Особенностью тектонического положения буковинской части карстовой области является приуроченность к зоне сочленения платформы (Русской) с краевым прогибом (Предкарпатским). Расположение территории на стыке крупных тектонических структур определило специфику ее строения, которая заключается в преобладании сбросовых нарушений, обособляющих разнопорядковые блоки.

В связи с блоковым погружением гипсоангидритов в направлении от Днестра к Пруту врезы рек вскрывают весь сульфатный слой лишь в приднестровской части междуречья (рис. 1). Здесь его основание возвышается над днищами каньонов Днестра и низовий его правых притоков на 0—90 м. Это зона полного дренирования гипсоангидритов. По мере продвижения на юг водотоки, главным образом, притоки Днестра и верховья прутских притоков, образуют зону врезания в слой. Глубина вскрытия (0—25 м) гипсоангидритов в пределах зоны определяется в основном погруженностью блоков. В этой зоне, тяготеющей к приводораздельной части междуречья, гипсоангидриты в отличие от таковых первой зоны частично обводнены. Вторая зона сменяется зоной, где днища эрозионных врезов в результате погружения (10—100 м и более) гипсоангидритов не достигают слоя. Третья зона охватывает остальную, принадлежащую бассейну Прута часть междуречья.

Блоково-разновысотное положение гипсоангидритов и неодинаковая (зональная) степень вскрытия блоков дренами определяют мощность зоны активного водообмена, характер гидродинамической зональности, направление циркуляции подземных вод и другие важные особенности карста каждой зоны. Морфология карста на поверхности, его подземные формы, возраст карста связаны с зонами эрозионного вскрытия гипсоангидритов. По зонально обусловленным карстогенетическим признакам можно выделить 3 основные разновидности коррозионно-эрозионных карстовых пещер.

В первой зоне гипсоангидриты безводны, поскольку расположены в зоне аэрации. Участки современного пещерообразования локализуются в приканьонных частях долин, они связаны с подвешенными на карбонатных относительных водоупорах ручьями. Пещеры представляют собой выводящие каналы постоянно или периодически действующих водотоков, которые поглощаются понорами в нескольких десятках или сотнях метров от бортов долин. Пещеры закладываются по пересечению вертикальных (тектонических) и горизонтальных (напластования) трещин. Доступные входы в пещеры располагаются в каньонах и бортах долин. В местах выхода пещерных водотоков на поверхность наблюдаются наибольшие объемы полостей. Объем грота Баламутовской пещеры достигает 1000 м³. Обычно же объем выходных расширений колеблется от 1 до 10 м³ (пещеры Канализационная и Дуча). В некоторых случаях (пещера Рухотинская) имеется несколько выходных отверстий, фиксирующих разновременные пути выхода пещерного ручья. Более удаленные от входов части пещер представлены горизонтально-

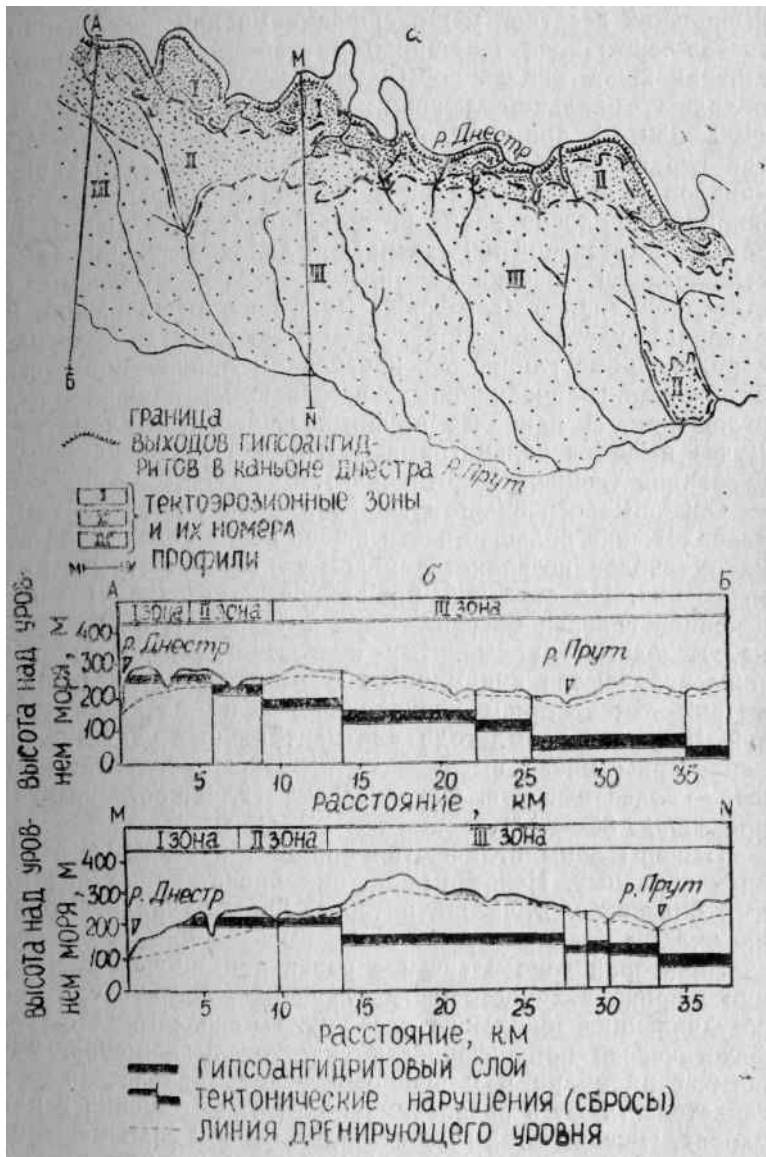


Рис. 1. Расположение зон вскрытия гипсоангидритов на Прут-Днестровском междуречье

слабонаклонными каналами — тоннелями с небольшими (до нескольких десятков м³) расширениями при пересечении магистрального хода (трещины) другой крупной трещиной. В сечении ходов небольших (длиной до 20—50 м) пещер преобладают овально-сплюснутые формы, более крупных — (100—250 м) прямоугольно-конусообразные с более развитой вертикальной составляющей. В первом случае ширина каналов не превышает 1—3 м (высота 0,5—1 м), во втором — ширина коридоров равна 2—4 м (высота 1—5 м). В пещерах Баламутовской и Рухотинской дальние, припорожные части представлены каналами, ближние — коридорами. Илистое дно каналов (глыбовокаменистое в расширениях и коридорах) часто фиксирует подстилающую гипсоангидриты породу. Кроме глинистых, в основном привнесенных сверху и обвального-гравитационных встречаются водно-хемогенные отложения. В наиболее крупных пещерах (Баламутовская, Дуча) имеются кальцитовые плотины, а также натечные образования (пещера Рухотинская).

Основные особенности микроклимата состоят в том, что расположение большей части пещер выше абсолютной отметки их входов позволяет в целом считать пещеры «теплыми мешками». Но сквозной (от понора к источнику) характер основной галереи обуславливает интенсивность воздухообмена. Вследствие упомянутых обстоятельств пещеры первой зоны отличаются динамичностью микроклиматических параметров — отсутствием «привходовой» и «нейтральной» [2] зон. В теплое время года для центральных участков пещер характерны менее высокие температуры воздуха, в холодный — более высокие. Относительная влажность воздуха не превышает 85—95 %.

Пещеры зоны отличаются обилием насекомых, особенно паукообразных. Некоторые из них представляют значительный биоспелеологический интерес. Гидрофауна пещер включает также бокоплавов.

Во второй зоне в связи с развитием процессов инфлюации широко распространены пещеры — поглотители стока, составляющие зональную особенность спелеогенеза. Геоморфологическая приуроченность участков поглощения, морфологический облик и морфометрические показатели пещер свидетельствуют о разновременности их заложения в разных блоках. Пещеры этой группы приурочены к современным или выраженным в рельефе древним речным долинам.

Наиболее ранние поглощающие комплексы тяготеют к днищам ложбин плиоценовой речной сети. В современном рельефе ложбины выражены вытянутыми впадинами длиной 1—5 км, шириной 0,2—2,0 км. Днища их сухие, интенсивно

закарстованные. Типичны карстовые овраги, заканчивающиеся входами в пещеры. Некоторые овраги (Довгий Яр) являются остатками полостей, находящихся на последних стадиях развития. Так, упомянутый овраг состоит из системы тоннелей (карстовых мостов), разобренных провалами и суходольными задернованными перемычками днища. Заканчивается овраг наиболее крупной во второй зоне пещерой-понором Пионеркой (350 м). Пещера имеет 4 этажа, соединяющиеся щелями, колодцами и провальными гротами [6].

Более поздние по времени образования пещеры тяготеют к современной речной сети. Современные пещеры — поглотители поверхностного стока отличаются меньшими размерами (50—150 м). По размерам, приуроченности и связи с гидросетью можно выделить четыре разновидности современных пещер-поноров:

1. Пещеры-поноры, расположенные в днищах карстовых оврагов и котловин, поглощающих грунтовые воды. Обычно труднопроходимы (до нескольких метров). Расход втекающих ручьев — 0,1—0,4 л/с. Стенки поноров интенсивно корродированы.

2. Пещеры-поноры, поглощающие сток ручьев, впадающих в днестровские притоки. Длина их до 100 м (пещера Фуштейка). Представляют собой водопроводящие каналы с наибольшими объемами в припонорной части. Имеют входы (поноры) и выходы (источники), поскольку направлены к более глубокому врезу магистрального водотока — притока Днестра. Спелеологическое прохождение всей полости невозможно из-за сужения канала по мере углубления в нее.

3. Пещеры-поноры, образуемые ручьями, ответвляющимися от главного водотока. Проходимая длина таких пещер до 60 м (Селенитовый понор). Расход воды в ручьях не превышает 0,5 л/с, но может резко увеличиваться.

4. Пещеры-поглотители вод притоков Днестра. Полости этой разновидности встречаются в местах врезания водотока в гипсовый слой. Воды притока, двигаясь под землей, не удаляются от образованной им ранее долины, а благодаря прибортовым нарушениям протекают параллельно и «перехватываются» через несколько сотен метров меандрой поверхностного углубляющегося вреза (пещеры Дарабанская, Чернопотоцкая).

Кроме отмеченных разновидностей пещер-поноров, сток которых направлен к Днестру, имеются поглотители, направляющие воды в бассейн Прута. Как правило, это небольшие (2—8 м) полости ручьев — верховий прутских притоков, стекающих с водораздела и поглощающихся в крупных карстово-

суффвионных воронках. В ряде случаев (истоки р. Совицы Ставчанской) поглощенные воды выходят на поверхность в днищах карстовых котловин, приуроченных к бортовой части разлома-сброса (С. Киселев), образуя небольшие (до 5—7 м длиной) полости.

В связи с расположением основных галерей пещер второй зоны гипсометрически ниже входа (понора) они могут быть охарактеризованы как «холодные мешки». Если пещера сквозная, то ее микроклимат напоминает микроклимат пещер первой зоны. Слепые пещеры-поноры безусловно являются «холодными мешками». Наиболее яркий пример — пещера Пионерка. В холодное время года она отличается богатством ледяных образований. На ее нижнем этаже ледяные сталагмиты (высотой 3—7 м) сохраняются до июня. Нам не известны пещеры на Русской равнине (48° с. ш.), в зоне лесостепи, где зимний лед мог бы сохраняться столь длительное время. Этажность пещеры усложняет ее микроклимат: наличие верхнего (IV) и нижнего (II) этажей обуславливает различное изменение микроклиматических условий.

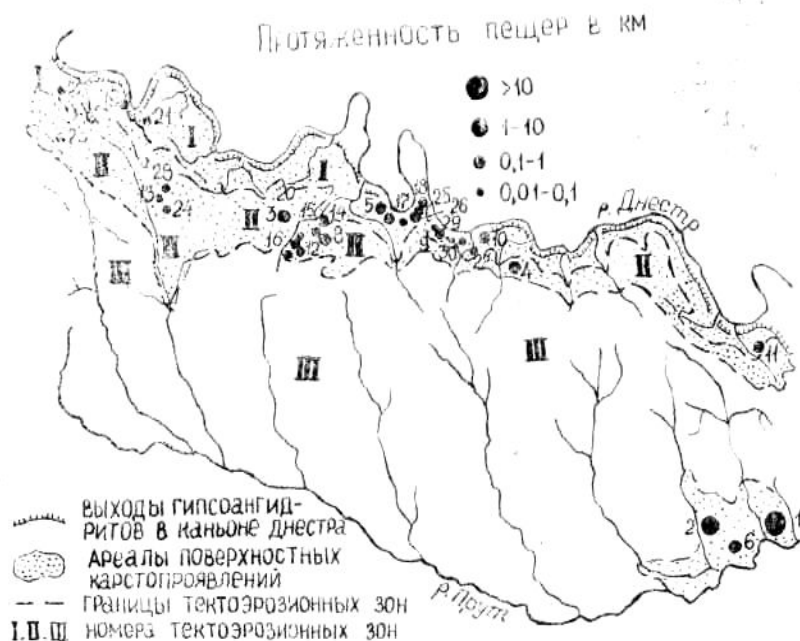


Рис. 2. Схема размещения гипсовых пещер на Прут-Днестровском междуречье

В третьей зоне гипсоангидриты не вскрываются врезами, подземные полости практически недоступны. Исключение составляют случаи, когда при искусственном вскрытии гипсо-ангидритов, содержащих пустоты, производится откачка вод и полости осушаются. Так удалось попасть в крупную (более 80000 м) карстовую систему — пещеру Золушка [1, 5]; Правомерно рассматривать особенности пещеры в качестве характеризующих подземный карст зоны. Она представляет собой лабиринт решетчатого типа со значительными размерами полостей: объемы отдельных его залов достигают 15—20 тыс. м³. Морфология пещерных ходов, отложения пещеры указывают на то, что основная часть объемов была сформирована медленно движущимися напорными водами в зоне их полного насыщения.

Распространение гипсовых пещер на буковинском междуречье Днестра и Прута показано на рис. 2, а некоторые сведения о них приведены в таблице.

Наиболее крупные гипсовые пещеры Прут-Днестровского междуречья

№ п/п	Пещера	Исследованная длина, м	Карстовый район
1	Золушка	80000	Дарабано-Мамалыжский
2	Буковинка	2250	»»»
3	Пионерка	350	Буковинский
4	Полякова Дуча	310	Хотинский
5	Баламутовская	250	Буковинский
6	Ползучий Голландец		Дарабано-Мамалыжский
7	Дуча	142	Буковинский
8	Фуштейка	132	»»»
9	Змеиная	130	Хотинский
10	Рухотинская	123	»»»
11	Селенитовый понок	60	Буковинский
12	Кумушки	55	»»»
13	Мартьювка	40	»»»
14	Грот Звянящего ручья	39	»»»
15	Чернопоточкая	25	»»»
16	Канализационная	22	»»»
17	Без названия	21	»»»
18	Скитская	20	»»»
19	Реликтовая	18	»»»
20	Живописная	15	»»»
21	Бабинская	15	»»»
22	Молодежная	13	»»»
23	Павлиний глаз	12	»»»
24	Овражная	12	»»»
25	Илистая	11	»»»
26	Практикантов-1	10	Хотинский
27	Большой Понор	10	Буковинский
28	Яма	10	Хотинский
29	Практикантов-2	10	Хотинский

Таким образом, на юге Подольско-Буковинской карстовой области основные закономерности пещерообразования связаны с неодинаковым вскрытием карстующихся пород врезами дренирующих рек, что связано в основном с блоковым строением территории и тектоническим погружением гипсоангидритов в сторону краевого прогиба.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрейчук В. Н., Коржик В. П. Карстовая система «Золушка»//Пещеры. — Пермь, 1984. — Вып. 18.
2. Голод В. М., Голод М. П. Микроклимат гипсовых пещер Пинежья//Пещеры Пинежного-Северодвинской карстовой области. — Л., 1974.
3. Дублянский В. Н. Классы и типы карстовых полостей некоторых горных сооружений Альпийской складчатой области//Материалы VIII и IX съездов Карпато-Балканской геол. ассоциации. — Киев, 1974.
4. Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины. — Киев, 1980.
5. Коржик В. П., Андрейчук В. Н. Новые данные о пещере «Золушка»//Пещеры. — Пермь, 1981. — Вып. 17.
6. Коржик В. П., Куница М. Н. Карстовая пещера «Пионерка» — памятник природы республиканского значения//Состояние, задачи и методы изучения глубинного карста СССР: Тез. докл. III Всес. совещания. — М., 1982.
7. Максимович Г. А. Основные типы гидродинамических профилей областей карста карбонатных и сульфатных отложений//Докл. АН СССР. — 1957, — Т. 112. — №5.
8. Ломаев А. А. Геология карста Вольно-Подоллии. — Киев, 1979.

УДК 551.44

Е. В. Крылова, А. В. Иванов, В. Э. Киселев

Гидропроект им. С. Я. Жука

Секция спелеотуризма Перовского клуба туристов г. Москвы

КАРСТ И ПЕЩЕРЫ МАССИВА САРЫ-ТАЛА

Массив Сары-Тала расположен в центральной части Северного Кавказа и представляет собой восточную оконечность одного из северных отрогов Скалистого хребта. Естественными границами массива на севере и северо-западе являются глубокие каньоны р. Нальчик (в верхнем течении — Хари) и его безымянного притока; на востоке — р. Белая (правый приток р. Нальчик); на юге — ущелья р. Черек-Хуламский и его левого притока Карасу. На западе массив неглубокой седловиной соединяется с хребтом Крандух, отрогом Скалистого.

В геологическом строении массива Сары-Тала участвуют нижнемеловые отложения, относящиеся к среднему и верхнему подъярусам валанжина. Они представлены чередующимися светло-серыми и желтовато-серыми известняками,

псевдооолитовыми известняками, плотными известковистыми глауконитовыми или железистыми песчаниками и песчанистыми известняками [2]. Их суммарная мощность в районе Нальчика составляет приблизительно 140 м.

Рассматриваемый массив приурочен к северокавказской моноклинали, точнее, к участку ее сочленения с зоной очень пологой брахиантиклинальной складчатости, расположенной к юго-востоку от г. Нальчика. В региональном плане падение пластов в основном совпадает с падением склонов массива: пологое северо-восточное в северной части и крутое южное — в южной. В ряде случаев отмечается резкое изменение элементов залегания пластов в пределах довольно ограниченных по площади участков. Наиболее распространены в массиве три ортогональные системы трещин: пологая, к которой относятся трещины напластования с аз. пд. 30—40°, и две субвертикальные — с аз. пр. 30—40° и 300—320°. Последнюю систему образуют несколько кулисно расположенных разрывных нарушений, прослеживающихся на северо-восточном склоне массива. Согласно районированию карста Кавказа [1] массив Сары-Тала входит в восточную часть полосы куэст Северо-Кавказской физико-географической провинции. Данный массив представляет собой полого понижающийся к востоку хребет с платообразным гребнем. На западной оконечности находится его наивысшая точка с абсолютной отметкой 1837 м.

Планомерное исследование карстовых явлений массива Сары-Тала началось в 1979 г., а первые сведения о посещении данного района спелеологами г. Нальчика появились в 1978 г.

Поверхностные формы карста представлены здесь каррами, воронками и понорами, причем развитие первых весьма ограничено вследствие сплошной задернованности поверхности карстующихся пород. Подземные карстовые формы представлены пещерами, которые имеют ряд особенностей.

Отдельным геоморфологическим элементам массива соответствует определенный характер закарстованности и ее интенсивность. Вершина массива и верхняя часть гребня закарстованы незначительно. По мере понижения и выполаживания гребня к востоку интенсивность карстопроявления заметно возрастает. В этой области массива сосредоточено огромное количество сплошь задернованных нивальных воронок диаметром до нескольких метров. Кроме того, здесь отмечено несколько провальных колодцев, стены которых покрыты толстым слоем глины. Воронки прослеживаются до границы леса, поднимающегося до отметки 1500 м. Плато местами заболочено.

На южном крутом склоне массива проявления карста редки. Достопримечательностью этой части массива является карстовый провал диаметром 30—40 м и глубиной около 30 м. Его стены отвесны, дно параллельно поверхности склона, направление которой совпадает с направлением залегания пластов. На дне имеется глыбовый навал, поросший редкой растительностью. В придонной части северной стены имеется небольшой грот. По свидетельству местных жителей провал образовался в начале этого века. К западу и востоку от провала расположено еще несколько воронок аналогичного происхождения, имеющих, однако, гораздо меньшие размеры и более древних судя по нечеткому проявлению их в рельефе.

Пологий северный склон по характеру карстопроявления можно условно разделить на несколько высотных подзон. Для самой верхней подзоны (выше отметки 1450 м) характерны такие же воронки, как и для гребневого плато. Однако по направлению к основанию склона они увеличиваются в диаметре от нескольких метров до нескольких десятков метров, постепенно приобретая вид небольших замкнутых долин. Поверхностный сток здесь отсутствует.

Слабовыраженный поверхностный сток начинает формироваться в следующей подзоне на отметках 1450—1400 м. Для нее характерны долины длиной в несколько сотен метров, занятые ручьями. Эти ручьи почти исчезают в межень, но в паводок расход воды в них увеличивается в десятки раз.

Весь этот поверхностный сток перехватывается шахтами-понорами в третьей подзоне, на отметках 1400—1350 м. Большинство поноров приурочено к двум субвертикальным тектоническим нарушениям с аз. пр. 300—320°, крестообразно расположенным относительно направления падения склона. Из более чем двадцати обнаруженных поноров многие являлись проходимыми в верхней части, поэтому они были обследованы. В результате были выявлены следующие особенности: данные шахты-поноры представляют собой один или несколько колодцев общей глубиной от 10 до 20 м, реже — до 50 м, которые переходят в очень узкие горизонтальные меандры.

В четвертой подзоне, вплоть до отметки 950 м, не наблюдается ни поверхностного стока, ни сосредоточенного поглощения. Карст здесь представлен воронками различной формы и размеров и слепыми колодцами. Эта часть массива менее изучена.

Подземный сток массива Сары-Тала имеет два основных направления: северо-западное (пещеры-источники в борту

каньона р. Нальчик) и северо-восточное — в виде четырех источников, расположенных в основании массива на контакте известняков с некарстующимися породами на отметке 950 м. В них выходит основной объем поглощаемой массивом воды. Были осмотрены два источника — Фонтан, получивший название за то, что до недавних лесоразработок являлся напорным, и исток р. Хеу, представляющий собой закрытый сифон. Расход воды в них примерно одинаков — несколько десятков л/с. В одном из двух других источников берет начало р. Белая (правый приток р. Нальчик), давшая название близлежащему поселку. Повидимому, в районе поднятия между урочищами Сары-Тала и Хумалан существует некий «водораздел» областей питания: большей, восточной, питающей данные источники, и меньшей, западной, питающей грифоны в каньоне.

Однако прибортовая часть каньона р. Нальчик, расположенная к северу от вершины массива, отличается от описанных. Действующие поноры на этом участке находятся, как и на всем северном склоне, на отметках порядка 1400 м. Особенностью является наличие двух относительно крупных водотоков, берущих начало из подвешенных источников. Расход воды в них составляет от нескольких л/с в межень до 3—4 сотен л/с в паводок; карстовые полости достигают больших объемов; разгрузка подземных водотоков в каньоне происходит на значительно более высоком уровне, чем в северо-восточной части массива: на отметках порядка 1300 м. Это отличие, вероятно, обусловлено литологическими и тектоническими особенностями данного участка.

Прибортовая часть каньона является наиболее интересной и в спелеологическом отношении. Здесь расположены три крупнейшие пещеры массива, исследованные спелеологами г. Нальчика и Перовского клуба туристов г. Москвы.

Одна из них — пещера Су-Акан (в переводе с балкарского — Водопадная). Ее вход расположен в долине одного из постоянных водотоков северного склона на высоте около 1380 м. Пещера представляет собой участок подземного русла древнего водотока, вскрытый в средней части действующим понором, который представляет собой два последовательно расположенных колодца общей глубиной 39 м. Вверху горизонтального хода пещера заканчивается небольшим обвальным залом, внизу — сифоном, исследованным на протяжении 5 м до завала. Основная галерея заложена преимущественно по системам субвертикальных трещин: аз. пр. 30—40° и 300—320° (рис. 1). Вверху, в 65 м от входа, в галерею из полусифона вытекает ручей, соединяющийся ниже с входным потоком. Как было установлено, он формируется

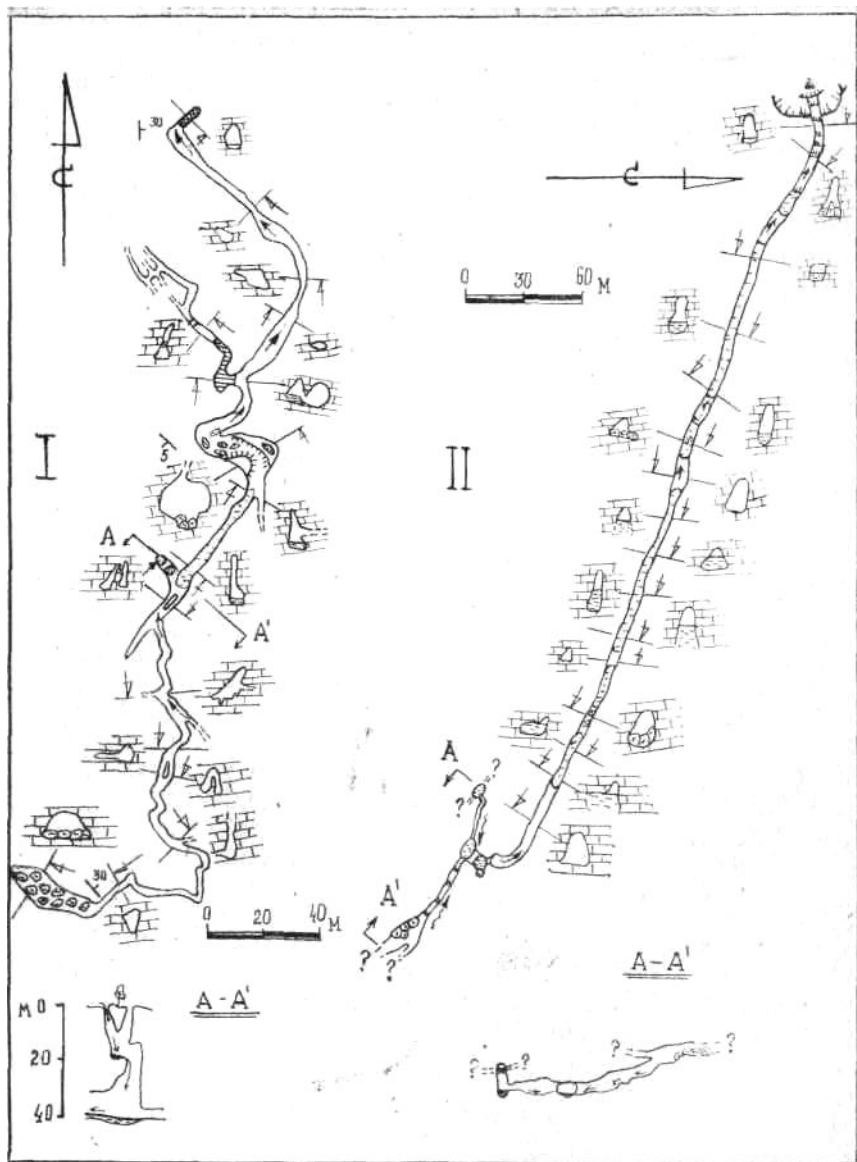


Рис. 1. Планы пещер: I — Су-Акан, II — Главный Калибр.
(Условные обозначения на рис. 2)

на поверхности, а затем исчезает в одном из узких левобережных поноров близ водотока, поглощаемого пещерой. Расход воды в основном ручье составляет от 1 л/с в межень до 200 л/с в весенние паводки. Уровень наносов на стенах полости показывает, что эти расходы не предельные. В пещере имеются незначительные водные хемогенные (драпировки, сталактиты) и значительные водные механические отложения в виде песка и глины. Протяженность пещеры составляет 610 м, а ее глубина — 55 м. Возможна связь подземного ручья пещеры Су-Акан с водотоком пещеры-источника Главный Калибр.

Вход в эту пещеру расположен в отвесном правом борту каньона р. Нальчик на отметке около 1220 м. Она представляет собой просторный слабовосходящий ход, в котором понижения дна образуют ряд длинных (до нескольких десятков метров) озер, глубина которых иногда превышает 2 м. В 350 м от входа существовал сифон длиной 25 м, уровень воды в котором в декабре 1982 г. был частично понижен. В 75 м от сифона (имеется водопад высотой 8 м, за которым пещера разветвляется. Одна из ветвей через 60 м приводит к завалу, а вторая — к основанию колодца высотой 10 м: Пещера является выходом мощного подземного водотока. В зимнюю межень расход воды составляет 5—10 л/с. Максимальный расход (в мае 1982 г. вскоре после пика весеннего паводка) составлял около 0,5 м³/с. Примерно 2/3 расхода подземного ручья дает поток, вытекающий из-под завала. Пещера заложена по отчетливо прослеживающемуся как на поверхности массива, так и в борту каньона тектоническому нарушению, имеющему ориентировку 120—300° (рис. 1). За исключением короткого каскада гуров в привходовой части, натечных образований в пещере нет.

Самой крупной полостью массива Сары-Тала является пещера НСС-53. Ее протяженность составляет 1010 м, проективная длина — 900 м, глубина — 80 м, площадь — 1,5 тыс. м², объем — 6 тыс. м³. Пещера уникальна не только по морфометрии, значительной для Северного Кавказа, но и по морфологическому строению. Это одна из немногих в нашей стране полостей, которую можно пройти траверсом от верхних поноров до выхода подземного ручья на поверхность. Два верхних входа в пещеру располагаются на отметке 1380 м в небольшой карстовой ложбине, примерно в 30 м друг от друга. Они представляют собой колодцы-поноры небольших ручьев, соединяющихся на глубине 50 м. Затем подземный ручей с меженным расходом воды 0,1 л/с течет около 500 м по ходам, заложеным по трещинам с аз. пр. 40 и 310°, и выходит в стене каньона водопадом высотой

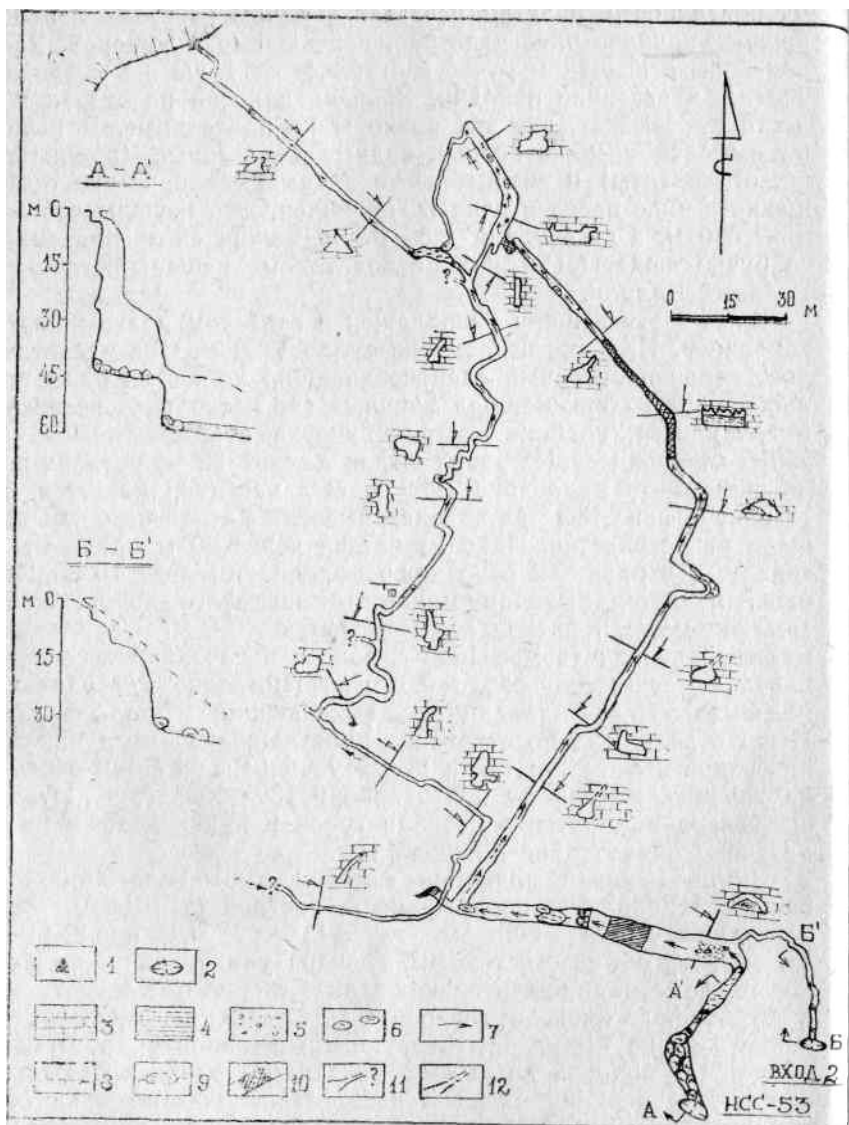


Рис. 2. План пещеры НСС-53: 1 — место выхода родника, 2 — карстовый колодец, 3 — известняк, 4 — глина, 5 — обвально-осыпные отложения, 6 — глыбы, направление течения водотока, 7 — постоянного, 8 — временного, 9 — озеро, 10 — сифон, 11 — неисследованное продолжение хода, 12 — непроходимая часть пещеры

около 2 м. В 100 м от выхода, в глубине пещеры, этот ручей соединяется с более крупным водотоком, прослеженным вверх по течению на 350 м, до узкого меандра. Путем окрашивания было установлено, что данный ручей поглощается понором МСС-1, расположенным примерно в 100 м к западу от непройденной узкой части. Меженный расход воды в ручье-притоке — 0,3 л/с, паводковый — до 20 л/с. В полости можно обнаружить как вадозные, так и фреатические участки (органные трубы — притоки с поверхности и протяженные полусифоны) (рис. 2). Для нее характерны обвальные (глыбы) и водно-механические (песок, глина) отложения.

Всего в массиве помимо трех крупных пещер найдено более 40 шахт и колодцев, что составляет, по-видимому, менее половины их действительного количества. В 17 полостях была проведена топосъемка. Общая протяженность ходов составила 3024 м, суммарная глубина — 510 м. Пещеры массива бедны натечными образованиями; в них преобладают гравитационные и водные механические отложения. Микроклимат и животный мир полостей еще не изучены. В 1981 г. в пещере МСС-1 на глубине 40 м была обнаружена колония ложнокорпионов, классифицированных как новый род. В некоторых пещерах обитают летучие мыши.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практика. — М., 1972.
2. Мордвилко Т. А. Нижнемеловые отложения Северного Кавказа и Предкавказья. — М.; Л. 1960.

УДК 551.442(470.11)

В. Н. Малков

ПГО Архангельскгеология

О СИСТЕМАТИКЕ ВНУТРЕННЕГО РЕЛЬЕФА ПЕЩЕР РАВНИННОГО КАРСТА

Одной из актуальных проблем изучения карстовых пещер является проблема типизации их спелеомезорельефа. В основе типизации Ю. С. Ляхницкого [1], Р. А. Цыкина [7] лежит материал, относящийся преимущественно к районам горного карста (Северо-Западный Кавказ и юг Сибири). Данные исследователи выделяют морфологически однородные участки по принципу геометрического подобия. Типы участков определяются исходя из системы морфологических эталонов. Но при этом не учитывается морфологическое разнообразие

генетически однородных форм и генетическое различие морфологически сходных форм. Отсюда возникает противоречие между морфологическим подобием объектов и их генетической основой.

Применение существующих морфологических и близких к ним морфогенетических классификаций ограничено рамками тех районов, при исследовании которых они созданы. Рассматриваемые карстовые пещеры должны принадлежать к одному возрастному и генетическому ряду. Критическая оценка классификаций пещерного рельефа дается В. Н. Дублянским [6].

Нами изучено морфологическое строение ряда карстовых пещер Пинежья. Данный регион отличается большим разнообразием внутреннего строения полостей и достаточно высокой степенью изученности [3, 4, 5]. Первоначально при классификации спелеомезорельефа был использован структурно-геометрический подход. Исходя из структурно-пространственных свойств выделялись три группы форм: линейные, площадные и переходные. Они делились по морфологическим и морфометрическим признакам на типы, подтипы и виды. Несмотря на различие исходных принципов, классификация линейных форм оказалась сходной с соответствующим разделом классификации Р. А. Цыкина [7].

Затем была составлена новая схема, согласно которой выделялись три структурно-генетические группы форм: линейные, переходные и зальные. Дальнейшая классификация производилась на основе выделения спелеонем как элементарных морфогенетических тел и формализации сечений морфологических ячеек, составляющих эти тела [2]. Последующие разработки позволили обосновать модель подземного ландшафта как спелеотерриториальной системы, ядром которой служит спелеоморфоскульптура. Последняя характеризуется тремя основными уровнями организации (макро, мезо, микро), элементами спелеогенеза, спелеоэпигенеза и геодинамическими полями. Рассмотрим типизацию спелеомезоскульптуры на основе данного подхода. Для этого проанализируем 1) состояние спелеобъекта в процессе эволюции; 2) геодинамические поля, отвечающие качественным уровням развития спелеоморфоскульптуры; 3) спелеодинамические процессы, обуславливающие формирование спелеомезоскульптуры.

Спелеобъекты или их участки могут находиться в трех существенно различных состояниях: а) прогрессивной активности; б) регрессивной активности; в) пассивности. Состояния (а) и (б) соответствуют начальному и конечному этапу эволюции спелеобъектов, состояние (в) означает выпадение

их из эволюционной цепи. В состоянии прогрессивной активности спелеообъекты постоянно увеличивают размеры, осваивают новое пространство. Условия для такого развития создаются в глубинной части карстующихся массивов. В состоянии пассивности происходит прекращение спелеогенетического процесса вследствие полной или частичной консервации (заполнения) пещерных тел. В случае абсолютного заполнения они становятся геологическими телами [7] и карстовая эволюция их прекращается. Регрессивная активность присуща зрелым спелеообъектам, в которых нарушена устойчивость сводов и процесс обрушения преобладает над собственно карстовым процессом. В эволюции таких спелеообъектов ведущим является гравитационный процесс. Он, с одной стороны, порождает новые, но уже не карстовые, а гравитационно-обвальные формы, с другой — геологические тела спелеоколлювиального генезиса.

Таким образом, состояние спелеообъектов связано с их положением в эволюционной карстовой цепи и обусловлено действием определенных геодинамических процессов. Можно выделить следующие геодинамические процессы, определяющие качественный характер развития спелеоморфоскульптуры: 1) процесс проработки — состояние (а); 2) процесс гравитации — состояние (б); 3) процесс аккумуляции — состояние (в). В результате указанных процессов образуются качественно различные участки пещерного пространства, которые выделяются нами как геодинамические поля. В современных условиях поля проработки и гравитации могут быть как активны, так и пассивны. Поля аккумуляции, как правило, пассивны. Распределение геодинамических полей обуславливают динамическую макроструктуру спелеообъекта.

На мезоуровне спелеоморфоскульптура формируется под влиянием следующих динамических процессов второго порядка: 1) проработки; 2) проработки-гравитации; 3) наложенной гравитации; 4) наведенной гравитации. Спелеодинамические процессы (СДП) (1) и (2) действуют в пределах поля проработки и порождают формы спелеогенеза; процессы (3), (4) связаны с полем гравитации и образуют формы спелеозпигенеза. Под СДП проработки понимается карстовый процесс, который идет в устойчивом, ненарушенном массиве и порождает формы растворения и размыва. На фоне основного процесса могут присутствовать второстепенные элементы гравитации и аккумуляции. СДП проработки-гравитации характеризуется временным и пространственным совпадением карстового и гравитационного процесса. Причем ведущим временно может оказываться то один, то другой процесс, но они оба играют значительную роль в создании

морфоскульптуры. Данный вид СДП возможен как в ненарушенном, так и в нарушенном массиве. Под СДП наложенной гравитации понимается эпигенетический процесс гравитационной переработки сводов, который происходит в достаточно зрелых спелеомезоформах. При этом исходные формы спелеогенеза уничтожаются и появляются вторичные гравитационные формы. СДП наведенной гравитации представляет собой гравитационный процесс в чистом виде. Он проявляется в нарушенных дезинтегрированных или складчатых частях массивов в виде зияния, раскрытия трещин блоковой или пластовой отдельности (процесс свидетельствует о смещении, деформации над карстовыми пустотами, залегающими в массиве на более низком уровне).

Описанный набор СДП позволяет различать качественные уровни развития спелеомезорельефа, т. е. выделять формы с контрастными свойствами. В природе наряду с таковыми имеются переходные формы. Они образуются под воздействием динамических процессов третьего порядка (моделирующей гравитации, аккумуляции, проработки).

Типизация спелеомезоскульптуры проводится путем анализа взаимодействия СДП и литогенной основы. Различаются следующие уровни типизации: 1) классы форм, 2) группы форм, 3) виды форм. Исходя из типов активного состояния спелеообъекта выделено два класса форм: спелеогенеза и спелеоэпигенеза. Группы форм соответствуют четырем видам СДП, описанным выше. Виды форм обособляются при дифференциации СДП на составляющие второго и третьего порядка. Под формой спелеомезорельефа понимается участок морфоскульптуры, который характеризуется единством морфологического облика, спелеодинамики и истории развития. Морфологический облик форм изменчив в силу свойств литогенной основы и действия моделирующих процессов. Поэтому для анализа форм и выделения их в общей структуре спелеообъекта необходимо определить тот элементарный интервал, в котором при наименьшем изменении основы наиболее отчетливо отражается действие основных морфогенетических процессов. Такой интервал мы выделяем как матрицу. Матрица может быть совершенной и несовершенной, т. е. передавать все пространственные и генетические черты данной формы или часть этих черт. В методическом плане совершенная матрица отражает в миниатюре саму форму и поэтому называется реальной ячейкой. Несовершенные матрицы служат основой для получения реконструированной ячейки. Таким образом, выделение форм предполагает изучение морфологических ячеек и матриц.

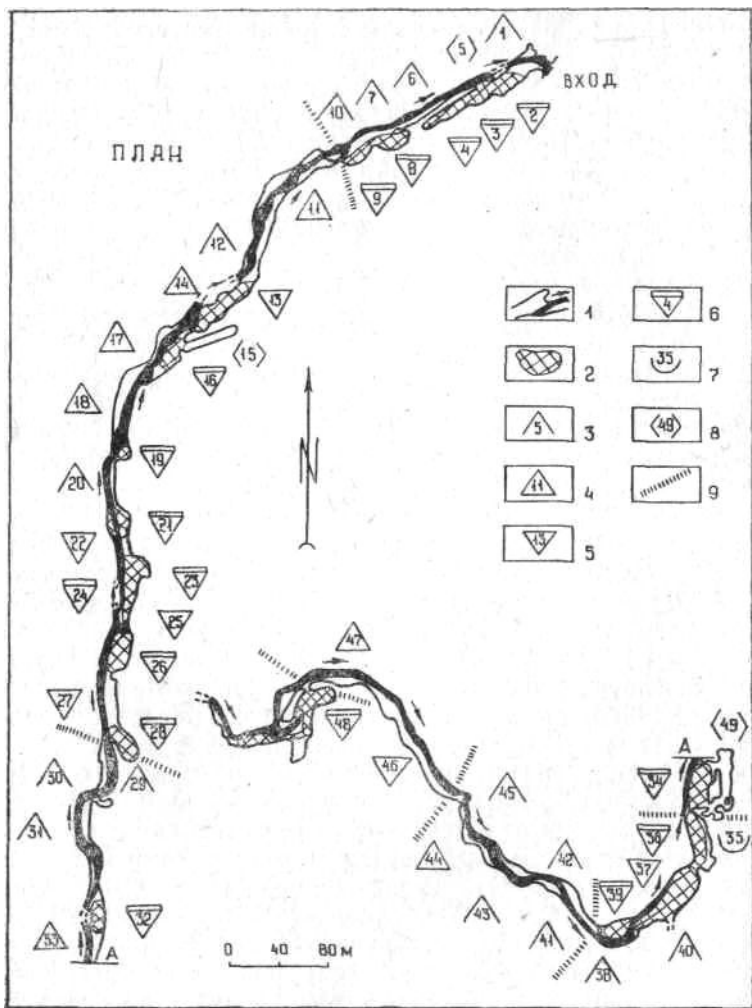
Дальнейшая типизация мезоформ возможна на основе

морфометрической шкалы (мелкие, средние и т. п.) и путем формализации конституционных сечений ячеек.

Принципы настоящей систематики были реализованы при исследовании пещер имени Десятилетия ЛСС (Юбилейной) и Ленинградской. Пещера Ленинградская — одна из крупнейших на Пинежье (рис.). Она имеет спелеомезорельеф средней сложности: различный по масштабам и однообразный по типам. Исследованная часть пещеры в морфоструктурном отношении делится на два района: первый заложен в субмеридиональном направлении, вдоль борта долины р. Сотки и дизъюнктивной тектонической зоны, протяженность его 875 м; второй район простирается в субширотном направлении на 550 м к западу от р. Сотки.

Первый район (рис.) характеризуется закономерным положением спелеоэпигенетических форм. По восточному контуру у борта массива располагаются подвешенные транзитные и боковые зальные формы, а формы современной проработки связаны с западным контуром района. Участок с максимальной амплитудой между уровнями проработки и гравитации отличается также и наибольшими пространственными масштабами (формы 26, 27). Данный участок уникален по объему устойчивого пространства. Он ограничен залойдной формой (27), имеющей ромбическое сечение с основанием 12÷14 м и высотой 8÷9 м. В пределах участка, возможно, существовал второй ярус проработки, ныне не сохранившийся. Образование этого яруса обусловлено возможностью подземного стока части речных вод вдоль долины Сотки в раннеголоценовое время. В пределах района I выделяются три участка: 1) с преобладанием туннельных форм и небольших залов (1—10); 2) с галереями и крупными зальными формами (11—28); 3) с туннелями и транзитными залами (29—34). Туннели образованы СДП проработки с моделирующей аккумуляцией. Галереи созданы СДП проработки с моделирующей гравитацией и аккумуляцией. Зальные формы обусловлены деятельностью СДП проработки-гравитации и наложенной гравитации.

Второй район менее разнообразен по масштабам. Он отличается преобладанием форм проработки. Зальные формы образованы на стыке с первым районом и в средней части данного района при резком изменении морфоструктурных условий. В районе II намечается четыре участка: 1) с формами зального характера (36—39); 2) с преобладанием туннелей (41—45); 3) с галереей, залойдом (46—47); 4) с зальными формами (48 и далее). Набор СДП аналогичен набору района I. На интенсивность проработки оказывает влияние бронирующий прослой доломитов. По сходству



Структурно-морфогенетическая схема пещеры Ленинградской
(использована топографическая основа ЛСС):

- 1 — поле проработки; 2 — поле гравитации; виды форм: 3 — туннель,
4 — галерея, 5 — залоид, 6 — зал, 7 — лазоид, 8 — вид не установлен,
9 — границы участков

морфологического облика туннели и галереи районов I и II можно объединить в одну морфогенетическую серию, обусловленную единым комплексом СДП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ляхницкий Ю. С. Морфогенетическая классификация карстовых полостей Воронцовского хребта/ВСЕГЕИ — М., 1975 — Деп. в ВИНТИ, № 1698-75.
2. Малков В. Н. Морфологическая классификация спелеомезоформ на примере гипсовых пещер Пинежья//Состояние, задачи и методы изучения глубинного карста СССР. — М., 1982.
3. Малков В. Н., Николаев Ю. И. Изученность и перспективы использования пещер Пинеги как экскурсионных объектов//Исследование карстовых пещер в целях использования их в качестве экскурсионных объектов. — Тбилиси, 1978.
4. Малков В. Н. и др. Хроника и результаты изучения карстовых пещер архангельскими геологами и спелеологами//Роль Архангельска в освоении Севера. — Архангельск, 1984.
5. Пещеры Пинеги-Северодвинской карстовой области.— Л., 1974.
6. Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР. — Ташкент, 1983.
7. Цыкин Р. А. Структурно-морфологический анализ пещер/Краснояр. ин-т цвет. мет. — М., 1978. —Деп. в ВИНТИ, № 1293—78.

551.345

В. С. Лукин

Кунгурский стационар УНЦ АН СССР **ПРОИСХОЖДЕНИЕ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ НА ГОРЕ РАЗВАЛКА (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)**

Гора Развалка, расположенная к северу от города Железноводска, получила известность благодаря наличию в основании северного склона многолетней мерзлоты. Мерзлота зафиксирована на площади около 1 га, на глубине 0,8—4,6 м от поверхности [2]. Появление субальпийской растительности среди южного букового леса, холодное дыхание осыпи и сохранение льда под почвенно-моховым слоем при среднегодовой температуре атмосферного воздуха 8,7°С казалось загадкой. Большинство исследователей связывают указанные явления с выходами глубинной углекислоты [1,4].

Зимнее обследование горы, предпринятое нами с 1953 по 1982 гг., позволило обнаружить новые факты. В снежном покрове над глыбовой осыпью найдены многочисленные отверстия, в которые интенсивно втягивался атмосферный воздух. На высоте 70—100 м от подножия горы встретились проталины. Из глубоких трещин шириной до 2—3 м в разрушенных трахилипаритах поднимались клубы теплого воздуха с температурой 7—8°С в начале и 4—5°С в конце зимы.

Ветви деревьев сгибались под тяжестью инея. Расход, а также температура воздуха, выходящего из трещин, повышались в морозную погоду.

Трещины разгрузки, перекрытые обвалами, превратились в теплые пещеры с температурой, значительно превышающей среднегодовую для данной местности.

Глыбовая осыпь мощностью до 10 м и более, в верхнем слое цементированная мелкоземом и перекрытая слоем мха, напоминает в поперечном разрезе наклонную пещеру. Осыпь вместе с трещиноватыми трахилипаритами, выступающими выше по склону, образует единую воздухопроводящую систему. Так же, как и в ледяных пещерах, зимняя восходящая циркуляция воздуха сопровождается здесь испарением воды и аккумуляцией холода, летняя циркуляция — конденсацией влаги и накоплением тепла. Используя расчет поступления и расхода холода, составленный для Кунгурской ледяной пещеры [3], нетрудно определить, что 40 % холода аккумулируется в осыпи вследствие испарения воды и льда. В теплое время года 37% тепла привносится в результате обильной конденсации водяного пара из воздуха.

Содержание углекислоты в воздухе, выходящем из глыбовой осыпи, зимой и летом составляет около 0,1%. Расширение газа при подъеме в зону аэрации играет незначительную роль в тепловом режиме Развалки. Следовательно, многолетняя мерзлота Развалки, как и многих закарстованных массивов, обусловлена интенсивным воздухообменом с атмосферой.

С точки зрения практического использования зимнего холода важно учитывать, что даже в условиях мягкой южной зимы со средней температурой января—февраля — 3,7°С крупноглыбовые породы аккумулируют, а затем сохраняют в теплое время года огромный запас холода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Георгиевский Н. П. Вечная мерзлота в районе Железноводска // Метеорология и гидрология. — 1939. — № 7—8. — С. 182—183.
2. Головина-Ковалева О. Ф. Образование льда на северном склоне Развалки (район Кавказских минеральных вод)//Бюлл. МОИП. Отд. геол. — 1930. — № 3—4. — С. 345—359.
3. Лукин В. С. Температурные аномалии в пещерах Предуралья и критический анализ теорий подземного холода//Пещеры. — Пермь, 1965.— Вып. 5.— С. 164—172.
4. Скрипчинский В. В. К горе Развалке//Кавказские минеральные воды: Путеводитель. — Ставрополь, 1953.— С. 327—333.

ГИДРОГЕОХИМИЯ ПЕЩЕР

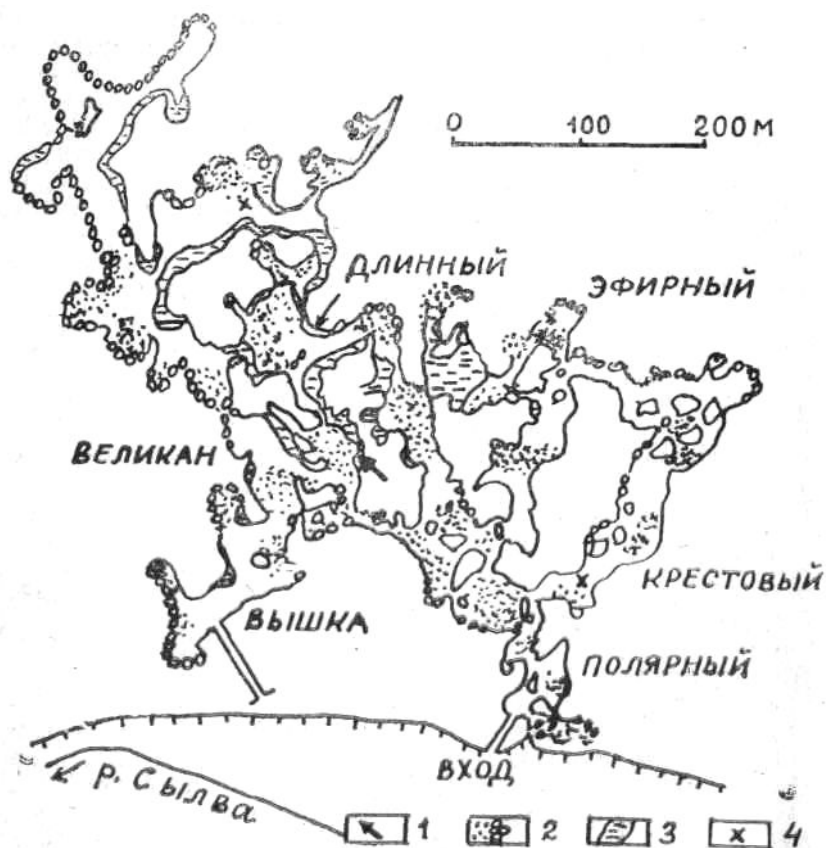
К. А. Горбунова, Е. П. Дорофеев, Н. Г. Максимович, И. И. Минькевич
Пермский университет, Кунгурский стационар УНЦ АН СССР
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ ГИПСО-АНГИДРИТОВ В УСЛОВИЯХ КУНГУРСКОЙ ПЕЩЕРЫ

Лабораторное исследование процесса растворения горных пород с целью выяснения закономерностей развития карста сопряжено с методическими и техническими трудностями, обусловленными в основном невозможностью учета большого количества природных факторов. В значительной части массива гипсо-ангидритовых пород растворение происходит в условиях, близких к равновесию, при этом большую роль играют такие факторы, как температурный и гидрохимический режим подземных вод. Однако создание условий, мало меняющихся в течение годового цикла, в лаборатории не представляется возможным. В известной степени они могут быть учтены при исследовании процесса растворения пород в природных условиях.

На VII Международном спелеологическом конгрессе (Англия, 1977) комиссия по карстовой денудации приняла решение провести эксперимент по изучению скорости растворения карбонатных пород в различных климатических обстановках. В карстовых областях ряда стран были установлены стандартные таблетки из сенонского известняка с плато Карст (Югославия). В СССР эксперимент был осуществлен в Крыму, Средней Азии и Восточной Сибири [2]. Таблетки помещались вблизи метеостанции на высоте 150—300 см, на поверхности земли и в почве на глубине 12—100 см. Ежегодно, начиная с 1978 г., они взвешивались. Потеря веса, выраженная в $\text{мг/см}^2/\text{сут} \cdot 10^{-3}$, принималась за величину карстовой денудации. Эта величина составила для всех уровней за первый период наблюдений в Крыму 0,62—9,59 при максимальных значениях 11,5 (—30 см) и 23,97 (—60 см). В последующие два периода обнаружено увеличение веса некоторых таблеток. Средние значения денудации для Средней Азии и Восточной Сибири меньше, чем для Крыма, причем для всех районов отмечена зависимость их от количества осадков.

Всесоюзный институт карстоведения и спелеологии в 1983 г. разработал условия эксперимента с целью изучения относительной скорости растворения образцов гипсо-ангидритовых пород в зависимости от их минерального состава, структуры, текстуры, наличия примесей, степени неоднородности

в различных обстановках (атмосфера, поверхность земли, почва, пещера). В настоящей работе приведены результаты эксперимента, осуществленного в Кунгурской Ледяной пещере (рис.). Она находится на правом берегу



План Кунгурской пещеры: 1 — место заложения образцов, 2 — обвално-осыпные отложения, 3 — озера, 4 — органические трубы

р. Сылвы (северо-восточная окраина г. Кунгура). Вход в нее расположен в основании крутого, местами отвесного, склона Ледяной горы, на уровне поверхности первой надпойменной террасы р. Сылвы, ширина которой здесь достигает 120 м [1]. Закарстованная поверхность Ледяной горы, представляющей междуречье Сылвы и ее притока Шаквы,

достигает высоты 80—86 м над уровнем рек. Первая надпойменная терраса западнее входа в пещеру выклинивается, и р. Сылва подходит к коренному уступу. Во время высоких паводков терраса, а также низкие участки пещеры затопляются. Минерализация воды в р. Сылве изменяется по сезонам: минимальная (0,14 г/л) отмечается весной, максимальная (до 0,7 г/л) — зимой. Среднегодовое за десятилетний период количество осадков в районе пещеры 497 мм, причем максимум их приходится на летний период. На поверхности Ледяной горы около 35 % осадков поглощается карстовыми формами и проникает вглубь массива. Снежный покров, мощность которого в среднем 0,5 м, сходит в начале апреля, сохраняясь в воронках до конца мая — середины июня.

Пещера расположена на западном крыле Уфимского вала, где породы падают в северо-западном направлении под углом около 40°. На склоне Ледяной горы обнажаются породы иренского горизонта кунгурского яруса [1, 6]. Ниже скважинами вскрыты известняки и доломиты филипповского горизонта мощностью до 57 м.

Иренский горизонт состоит из гипсо-ангидритовых и известняково-доломитовых пачек (снизу вверх):

1. Ледяно-пещерская пачка мощностью около 30 м, в пределах которой находится пещера, состоит преимущественно из голубовато-серого ангидрита, слагающего внутренние части пещерного массива. Гипс преобладает в присклоновых частях, на участках повышенной трещиноватости, на контакте с карбонатными породами, в стенках органических труб. Доломитовые прослои имеют мощность до 1 м.

2. Неволинская пачка мощностью 4—5 м слагается пелитоморфными доломитами с прослоями оолитовых доломитов и кавернозных известняков. Пачка обнажается у входа в пещеру, в потолке органических труб и трех наиболее высоких гротов.

3. Шалашнинская пачка гипсов мощностью 23 м видна в верхней части обнажения у входа в пещеру, в потолке некоторых труб и гротов.

4. Елкинская пачка доломитов мощностью 3,8 м обнажена в крупной воронке на Ледяной горе.

5. Демидковская пачка гипсов встречается в отдельных воронках.

Коренные породы перекрыты обвальными карстовыми образованиями различной мощности (до 10 м и более) и элювиально-делювиальными

глинами, суглинками, супесями мощностью до 1,2 м. Отложения первой надпойменной террасы р. Сылвы (суглинки, глины, доломитовый щебень с гравием и галькой) имеют мощность 13 м. Коренные породы осложнены литогенетическими, тектоническими и экзогенными трещинами. Преобладают трещины с простиранием 335° и 55° . По трещинам проявляется гипсотизация ангидрита. В гипсах наблюдаются микро- и мезоскладки, а в ангидритах местами отмечены «зоны дробления».

В отложениях первой террасы р. Сылвы развиты грунтовые воды. Горизонт карстовых вод в гипсах и ангидритах иренского горизонта залегают на филипповских доломитах, примерно на уровне р. Сылвы на глубине до 80 м от поверхности Ледяной горы. Карстовые воды связаны с грунтовыми и имеют общий сток к р. Сылве. Они питают озера в пещере. В половодье речные воды внедряются в пещеру, вызывая подъем уровня озер до 6 м.

С помощью флюоресцеина установлено, что поступление речных вод происходит через грот Вышка 1 в гроты Великан, Длинный и далее на северо-восток. Скорость течения в гроте Длинном на разных участках слившихся озер составляет от 4,7 до 5,8 м/ч. Расход потока около 2 л/с. В гроте Длинном часть воды направляется на север и восток. В этот период происходит интенсивное растворение пород.

Первые данные о составе вод и льда Кунгурской пещеры были опубликованы в 1941 г. [4, 5]. Позже гидрохимические исследования осуществляли сотрудники Кунгурского стационара УНЦ АН СССР и Пермского университета. Одновременно с закладкой плиток 1 июня 1983 г. были отобраны пробы воды и льда. Химический анализ (табл. 1), выполненный Л. А. Турковой, показал, что наименее минерализованными (0,12 г/л) оказались кристаллы льда. Капель имеет минерализацию 2,3 г/л, содержание сульфат-иона в ней достигает 1,6 г/л; для озерного льда эти показатели составляют соответственно 0,8 и 0,4 г/л, для льда сталактитов и колонн — 1,9—2,4 г/л и 1,2—1,6 г/л, для воды из скважин и озер — 1,98—2,3 и 1,3—1,5 г/л. Вода в озере грота Длинного в месте закладки образцов отличалась значительной минерализацией (2,3 г/л) и содержанием сульфатного иона (1,4 г/л). За исключением сублимационных кристаллов льда гидрогенные льды и воды пещеры имеют сульфатно-кальциевый состав.

Плитки из гипса и ангидрита иренского горизонта кунгурского яруса нижней перми размером $5 \times 5 \times 1,5$ см (с незначительными отклонениями) были закреплены на леске и погружены в озеро (грот Длинный) на глубину 0,5—0,7 м

Таблица 1

Химический состав воды и льда Кунгурской пещеры, мг/л

Объект (грот)	HCO ₃	SO ₄	Cl	NO ₃	Ca	Mg	Na+K	pH	Жесткость, мг-эquiv.	Общая минерализация
Кристаллы (Полярный)	36,6	25,0	21,3	5,2	24,0	3,7	5,5	7,0	1,6	122,5
Капель (Руины)	103,7	1561,0	10,6	8,3	496,0	94,2	46,0	7,2	32,5	2335,2
Лед на озере (между Великаном и Вышкой)	195,3	384,3	14,2	нет	160,3	2,4	78,2	7,0	8,2	834,6
Ледяная колонна (Полярный)	97,6	1609,0	17,7	нет	621,2	12,2	80,0	7,2	32,0	2447,7
Сталактит (Крестовый)	97,6	1248,8	17,7	8,3	431,0	6,1	138,9	7,2	22,0	1952,1
Скважина (Руины)	109,8	1440,9	14,2	7,2	511,0	60,8	38,9	7,5	30,5	2193,0
Озеро (Мокрая Кочка)	122,0	1272,8	10,6	нет	450,9	36,5	71,3	7,3	25,5	1980,2
Озеро (Колизей)	134,2	1537,0	17,7	6,7	481,0	91,1	72,9	7,0	31,5	2353,7
Озеро (Дружба народов)	176,9	1368,9	14,2	8,3	470,9	60,8	75,4	7,4	28,5	2187,3
Озеро (Хлебниковых)	170,9	1368,9	14,2	8,3	511,0	42,5	62,3	7,5	29,0	2188,0
Озеро (Романтиков)	207,5	1368,9	17,7	8,3	501,0	48,6	77,7	7,4	29,0	2244,1
Озеро (Длинный)	183,1	1440,9	14,2	15,5	501,0	72,9	58,2	7,5	31,0	2295,7
Скважина (I терраса)	244,1	389,1	24,8	нет	136,3	38,9	63,9	7,2	28,0	907,8
Р. Сылта	207,5	129,7	28,4	нет	80,2	14,6	39,1	7,3	5,2	501,9

(в 500 м от входа в пещеру). Исследуемые образцы были подвергнуты рентгеноструктурному и шлифовому анализу. Описание шлифов выполнено З. А. Созыкиной.

Образец 1. Ангидрит (90%) с примесью гипса, голубовато-серый отобран К. В. Тиуновым из обнажения вблизи пос. Посад. Структура гетеробластовая, радиально-лучистая, состоит из различных по величине зерен ангидрита. Наиболее крупные призматические зерна группируются вокруг некоторых центров. Гипс образует тонкие прожилки, состоящие из тонкоигольчатых индивидов. На поверхности образца встречаются темные пятна и микротрещины, залеченные гипсом.

Образец 2. Гипс (100%) белый с редкими светло-серыми прожилками из обнажения в районе пос. Полазна. Структура радиально-лучистая. Состоит из мелких (длиной до 0,06 мм) игольчатых кристаллов.

Образец 3. Ангидрит (82%) с примесью доломита (18%), голубовато-серый, пятнистый, из скважины (глубина 85—90 м) в с. Усть-Кишерть. Структура гетеробластовая, порфиروبластовая с различной величиной зерен (наиболее крупные до 2 мм). Редкие призматические зерна (порфиробласты) выполнены буроватым в проходящем свете гипсом. Он имеет массу игольчатых включений ангидрита вдоль спайности, агрегатов и единичных зерен карбоната размером 0,02—0,03 мм. Основная масса породы состоит из брусковидных зерен ангидрита размером 0,1—0,5 мм с включениями карбоната (доломита).

Образец 4. Ангидрит (92%) с доломитом, голубовато-серый, пятнистый из скважины в г. Кунгуре. Структура гетеробластовая. Преобладают мелкие (0,01—0,02 мм) зерна ангидрита (50—60%), встречаются также зерна и агрегаты ангидрита размером до 3 мм. Форма зерен неправильная, реже призматическая, удлинённая, брусковидная. Карбонаты (доломит) в виде пылеватой агрегатной массы располагаются неравномерно вдоль трещинок.

Взвешивание плиток производилось перед установкой и еще шесть раз после одно- двухдневного высушивания при комнатной температуре (табл. 2). За период наблюдений, равный 838 суткам, вес всех образцов относительно первоначального уменьшился на 7,8—11,3%. Минимально изменилась поверхность образцов гипса, максимально — ангидрита с доломитом (образцы 3 и 4). В образцах 3 и 4 более отчетливо проявилась контрастность по цвету и структуре. На светлых участках, состоящих из ангидрита, образовались микроуглубления в виде червеобразных ходов и каверн с мучнистым налетом на дне. Каверны имеют глубину 1—2 мм,

Таблица 2

Изменение веса плиток с 1.06.83 по 30.09.85 г., г

Образец	Состав	А—1.06.83	Б—10.11.83	В—30.03.84	Г—8.06.84	Д—1.10.84	Е—4.04.85	Ж—30.09.85
1	Ангидрит (90%) с гипсом	100,9636	100,4522	99,8287	98,7955	97,8481	94,2186	91,1629
2	Гипс (100%)	92,3614	91,9752	91,6307	90,8344	90,3911	87,1422	85,0994
3	Ангидрит (82%) с доломитом	110,2342	109,0132	107,6630	107,0830	105,7921	104,1255	101,6628
4	Ангидрит (92%) с доломитом	113,9720	112,3728	110,5677	109,4317	107,7184	104,6409	101,0951

ширину до 1 см. Ангидрит с гипсом (образец 1) при высыхании покрылся мучнистым налетом. Наибольшая потеря веса отмечена у ангидрита с доломитом, наименьшая — у чистого гипса. Относительная скорость растворения (если за единицу принять процент потери веса гипсовой плитки) ангидрита с доломитом в 1,4 раза больше, чем гипса. Скорость растворения ангидрита с доломитом (образцы 3 и 4) уменьшается во времени, что объясняется снижением содержания ангидрита по сравнению с содержанием доломита в образце, частичной гипсотизацией ангидрита.

Денудация поверхности образцов (в $\text{мг/см}^2/\text{сут}\cdot 10^3$) составляет 106,5—194,8.

Растворение плиток происходило при невысоких температурах в воде сульфато-кальциевого состава при ее медленном движении. Температура воды в озере по данным ежемесячных наблюдений за 1983—1985 гг. составляла $3,6\text{—}4,0^\circ$ при температуре воздуха $3,4\text{—}4,4^\circ$. Минерализация воды в месте заложения плиток за этот же период изменялась от 2,1 (15.05.83) до 2,5 г/л (15.02.85) при содержании сульфатного иона $1,3\text{—}1,6$ г/л. Поверхность озера покрыта пятнами или сплошной пленкой из кальцита с включением единичных кристаллов гипса.

Эксперимент показал, что в условиях водоносного горизонта Кунгурской пещеры происходит растворение гипса и ангидрита даже при незначительном дефиците насыщения воды сульфатом кальция.

Соотношение скорости растворения образцов гипса, ангидрита с доломитом изменяется во времени. В условиях низких температур относительная скорость растворения ангидрита с доломитом в начальный период больше, чем у гипса. В дальнейшем вследствие изменения минерального состава образцов (относительное увеличение содержания доломита и гипса) эта закономерность не прослеживается. Денудация гипсовых и ангидритовых плиток в условиях Кунгурской пещеры значительно выше, чем таблеток известняка в карстовых районах Горного Крыма, Средней Азии, Сибири. И. Гамс отмечает несоответствие между растворимостью известняка в лабораторных условиях и в пещере.

Эксперимент [3] по растворению образцов гипса размером 1×2 см в стеклянной трубке, через которую пропускали дистиллированную воду со скоростью 0,02 см/с в течение 120 ч, показал, что скорость растворения образцов гипса в 1,8—2,6 раз больше, чем ангидрита. Г. Г. Скворцов [8] растворял в воде источника, имеющей гидрокарбонатный состав и минерализацию 0,4—0,5 г/л, призмы

размером 4×2×1 см, выпиленные из гипса различной структуры. Относительная скорость растворения крупнокристаллического гипса в 4,9; мелкокристаллического — в 5,8; тонкослоистого — в 7,7 раз больше, чем ангидрита. Эти эксперименты показали, что в дистиллированной и слабоминерализованной воде скорость растворения гипса больше, чем ангидрита. Образцы гипса (2) и ангидрита с доломитом (3) были помещены на метеостанции в г. Кунгуре на уровнях +1 м (воздух), поверхности земли и —10 см (в почве). За период А-Д (табл. 2) потеря веса гипсовой плитки составила на уровне +1 м — 7,8; 0 м — 1,7; 10 см — 1,4%; ангидритовой — соответственно 4,04; 0,45; 0,79%. В условиях земной поверхности гипс растворяется быстрее ангидрита.

Проведенные исследования показали, что процесс растворения гипса и ангидрита имеет сложные закономерности. Относительная скорость растворения меняется во времени в зависимости от многих факторов, в частности, от характера взаимодействия породы и воды, состава и минерализации последней, минерального состава породы, температурного режима. Результаты эксперимента позволяют сделать вывод, что процессы растворения в известной степени активно протекают в условиях, близких к насыщению вод сульфатом кальция.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорофеев Е. П., Лукин В. С. Кунгурская ледяная пещера.— Пермь, 1970.
2. Иванов Б. Н. и др. Первые результаты экспериментального исследования карстовой денудации в СССР // Геол. журнал. — 1983.— Т. 43, № 3.
3. Лаптев Ф. Ф. Агрессивное действие воды на карбонатные породы, гипсы и бетон. — Л., 1939.
4. Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. К характеристике вод подземных озер // Докл. АН СССР. — 1941. — Т. 31, № 1.
5. Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. Характеристика льда Кунгурской пещеры//Докл. АН СССР. — 1941. — Т. 31, № 5.
6. Путеводитель экскурсии по нижнепермским отложениям по рекам Косье, Сылве, Каме. — Пермь, 1974.
7. Родионов Н. В. Инженерно-геологические исследования в карстовых районах. — М., 1958.
8. Скворцов Г. Г. О скорости развития карста в гипсах. Вопр. изучения подземных вод и инж.-геол. процессов. — М., 1955.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЛОСТЕЙ

А. И. Печеркин

Пермский университет

СВЯЗЬ КРУПНЫХ ПЕЩЕРНЫХ СИСТЕМ СУЛЬФАТНОГО КАРСТА С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

В карстообразовании принимают участие трещины различного генезиса. На интенсивность карстообразования существенно влияют раскрытость и глубина трещин. В свою очередь закономерности появления и развития трещиноватости обусловлены геологической историей горных пород.

В естественных обнажениях или бортах крупных карьеров достаточно четко выделяются чередующиеся зоны интенсивной и слабой раздробленности пород тектоническими трещинами. Ширина этих зон зависит от размеров тектонических структур, составляя в среднем 0,3—3,0 км. На поверхности массива эти зоны, пересекаясь, формируют три типа участков: 1) сильнораздробленные, образованные пересечением двух зон повышенной трещиноватости разного простирания; 2) среднераздробленные, расположенные на пересечениях зон повышенной трещиноватости и слаботрещиноватых зон; 3) слабораздробленные, образующиеся в местах пересечения слаботрещиноватых зон [4].

1. Участки с максимальной раздробленностью характеризуются максимальными показателями трещиноватости. На этих участках развиты трещины скалывания, обусловленные развитием нормальных напряжений. Эти участки имеют наиболее благоприятные условия для развития карста, так как являются путями движения и концентрации локализованных потоков подземных вод. Поверхность таких участков, как правило, представляет собой понижение, которое часто служит местом заложения русел постоянных или временных водотоков. К ним же приурочены хорошо развитые пещерные системы.

2. Участки со средней раздробленностью тектоническими трещинами характеризуются средними значениями показателей трещиноватости. На таких участках развиты субпараллельные системы пересекающихся под острыми углами трещин скалывания и отрыва. Причем трещины отрыва имеют подчиненное значение, так как величины нормальных напряжений на два порядка превосходят величины касательных напряжений. Инженерно-геологические условия в пределах среднераздробленных участков более благоприятны,

поскольку горные породы, слагающие их, не сильно разбиты тектоническими трещинами, имеют среднюю обводненность и более устойчивы к возведению сооружений. Однако сходные направления простирания трещин скалывания и отрыва создают условия для локализации движения подземных вод, что способствует формированию протяженных карстовых систем.

3. Участки с минимальной раздробленностью тектоническими трещинами характеризуются минимальными для данной структуры показателями трещиноватости. На таких участках раздробленность массива трещинами скалывания минимальна, зато развиты трещины отрыва, пересекающие трещины скалывания под углами, близкими к ($180^\circ - \alpha$), где α — угол скалывания. Трещины отрыва субпараллельны контуру структуры. Ширина участков с минимальной раздробленностью трещинами составляет 200—300 м.

Основные пути движения подземных вод приурочены к трещинам скалывания, которые, как и в первых двух случаях, образуют $\angle \alpha$ с длинной осью структуры. Трещины отрыва располагаются перпендикулярно или субперпендикулярно падению крыльев структуры. Они играют роль своеобразных дрен и затрудняют движение подземных вод, отводя их на участки с повышенной трещиноватостью. В результате этого локализованные пути движения подземных вод не образуются, хотя общее направление движения воды сохраняется от центра к периферии структуры. На участках с минимальной раздробленностью трещинами, как правило, закарстованность незначительная, или она вообще отсутствует. В качестве примера взаимосвязи трещиноватости и закарстованности рассмотрим трещинную раздробленность участков Кунгурской ледяной пещеры (Предуралье), пещер Золушка и Буковинка (Предкарпатье).

Кунгурская ледяная пещера расположена в глубине платообразной возвышенности между р. Сылвой и ее притоком — р. Шаквой. Довольно ровная поверхность возвышенности разделена многочисленными карстовыми впадинами. Надпещерный участок включает в себя крутой склон долины р. Сылвы и слаборасчлененную оврагами поверхность древней террасы.

Разветвленная система обследованных пещерных ходов располагается в ледяно-пещерской гипсо-ангидритовой пачке [3]. Подземные ходы совпадают с господствующим простиранием трещин, т. е. вытянуты в северо-западном и северо-восточном направлениях, благодаря чему массив расчленен на отдельные целики. Из схем распределения трещиноватости видно, что в районе пещеры выделяются все три типа участков (рис. 1).

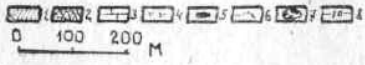
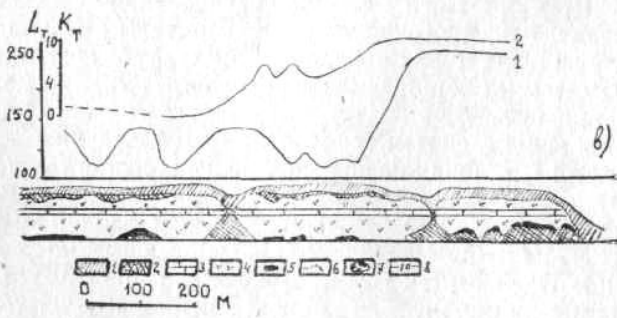
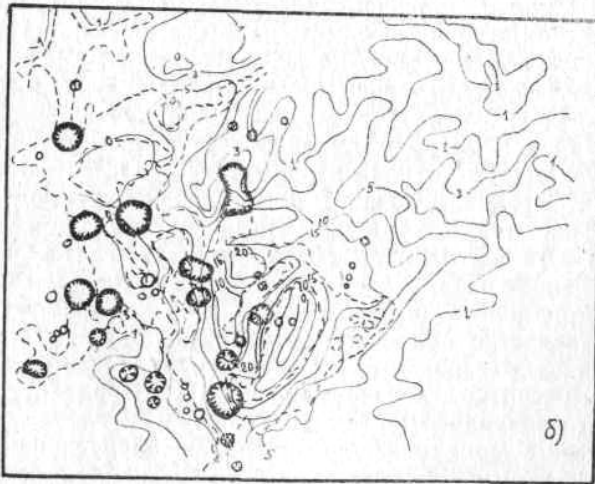
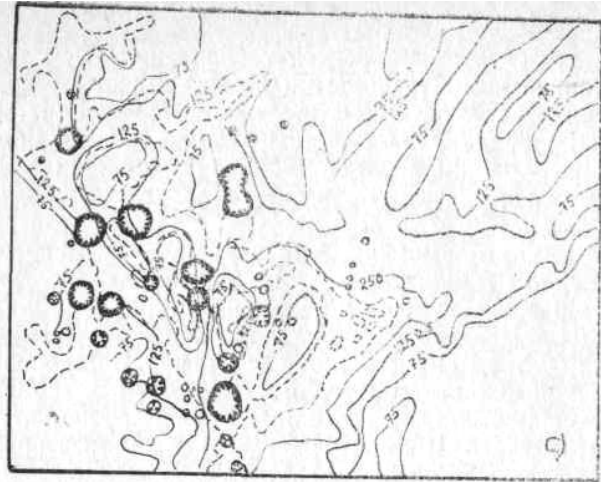


Рис. 1. Связь закарстованности и трещиноватости в пределах Кунгурской ледяной пещеры. Схемы изолиний: а — общей длины тектонических трещин (L_t , м), б — количества их пересечений (K_t) на 500 м^2 поверхности массива; в — геологический разрез по линии I—II и графики изменения L_t (1) и K_t (2) вдоль линии разреза. 1 — мергель и известняк, 2 — обвальное-карстовые отложения, 3 — доломиты, 4 — гипсоангидриты, 5 — карстовые полости, 6 — контуры пещеры, 7 — карстовые провалы (закарстованность и геологическое строение по данным В. С. Лукина и Е. П. Дорофеева)

Участки, слабодробленные тектоническими трещинами. Они ограничены изолиниями $L_t = 75 \text{ м}$ (общая длина тектонических трещин на 500 м^2 поверхности массива) и $K_t = 5$ (количество пересечений трещин на 500 м^2 поверхности массива). Эти участки слабозакарстованы. На них встречаются лишь отдельные небольшие карстовые воронки. Участки со средней дробленностью ограничены изолиниями L_t — от 75 до 125 м и K_t — от 5 до 15. В районе пещеры отмечено два таких участка шириной 150—300 м. Один из них имеет северо-восточное, другой — северо-западное простирание. Именно по ним заложен ряд линейных пещерных ходов. Встречающиеся на среднераздробленных участках слаботрещиноватые участки являются незакарстованными целиками, разделенными пещерными ходами.

На месте пересечения двух среднераздробленных участков различного простирания находится участок, сильнодробленный тектоническими трещинами. Показатель L_t для него увеличивается от 125 до 250 м, а K_t — от 15 до 20. К этому участку приурочены наиболее развитые пещерные галереи, а на поверхности отмечено большое количество карстовых провалов.

Связь распространения карстовых полостей с дробленностью массива тектоническими трещинами можно проследить на рис. 1 в. Максимальные значения показателей трещиноватости характеризуют карстовые полости, а минимальные — незакарстованные целики. Пещерные гроты, в которых происходили обвалы кровли, располагаются на более дробленных трещинами участках, чем гроты, обвалов кровли в которых не наблюдалось. Например, в районе обвальных гротов Геологов и Полярного общая длина тектонических трещин на 500 м^2 поверхности массива (L_t) составляет 130 и 250 м соответственно, а количество пересечений трещин (K_t) — 10. Причем мощность обвальных отложений в гроте Полярном более чем в два раза превышает мощность обвальных отложений в гроте Геологов и составляет 10—15 м. В гроте Длинном обвалов кровли не наблюдалось. Для него L_t равно 90 м, а K_t —7.

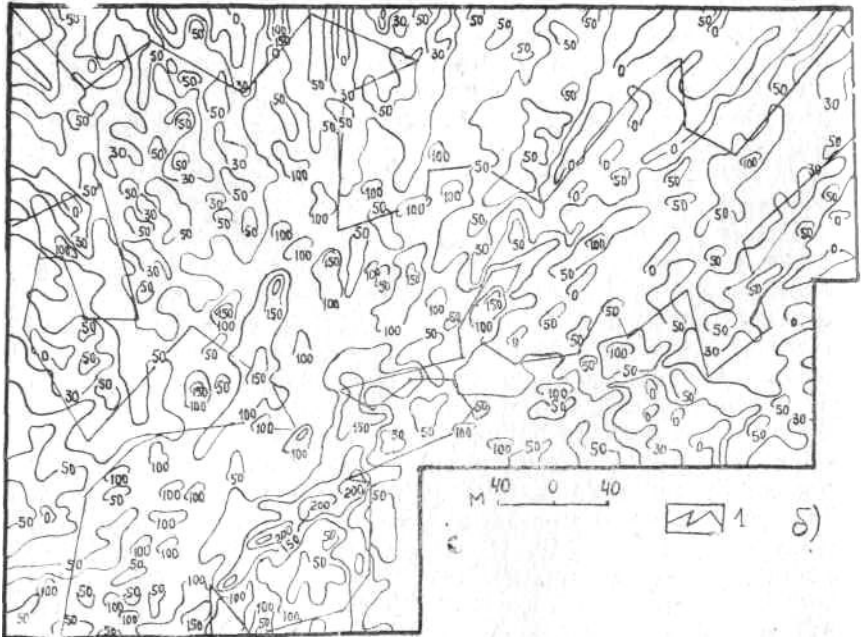


Рис 2 Схемы изолиний общей длины тектонических трещин (а) и количества их пересечений (б) на 225 м^2 поверхности массива в пределах пещеры Золушка

Одна из крупнейших карстовых пещер мира — Золушка — заложена в белых и серовато-желтых крупнокристаллических гипсах верхнего тортона. Гипсы перекрыты слоистыми глинами с линзами плитчатых известняков, песками с прослоями гальки и гравия, лессовидными суглинками общей мощностью от 3—4 до 20 м. Гипсы залегают на 2—4 м ниже днища долины р. Подвирна. Поэтому они обводнены, и карьер, вскрывший вход в пещеру, поддерживается в рабочем состоянии благодаря водоотливу (порядка 20 тыс. м/сут). Пещера развита в верхней части гипсовой толщи. В сводах многих ее галерей обнажаются перекрывающие известняки. Наиболее крупные залы — Античный (длина 100 м, ширина 15—25 м, высота 1—8 м) и Черновицких спелеологов (длина 170 м, ширина 15—35 м, высота 3—5 м). В пещере имеются и коррозионные вертикальные щели шириной 0,5 м и высотой до 10 м, и низкие, высотой 0,5—1,0 м, и широкие (до 6—8 м и более) ходы коррозионно-эрозионного происхождения. В пещере часто встречаются различные обвальные отложения (глыбы гипса, осыпи перекрывающих глинисто-известковых пород), водные механические (глина) и водные глинисто-кальцитовые образования [1].

На площади развития пещеры и прилегающей территории была произведена съемка тектонической трещиноватости, результатом которой явилось построение карт суммарной длины тектонических трещин (L_T , м) и количества их пересечений на 225 м^2 поверхности массива (рис. 2). При анализе карт были выявлены обособленные тектонические блоки ограниченные разломами фундамента. В пределах этих блоков выделяется ряд районов с различной морфологией и морфометрией пещерных ходов.

На картах трещиноватости границы блоков соответствуют границам зон со средними показателями раздробленности тектоническими трещинами. Значения показателей трещиноватости для этих блоков следующие: L_T — от 200 до 300 м, K_T — от 10 до 20 пересечений на 225 м^2 поверхности массива. Ширина зон колеблется от 40 до 60 м. При пересечении среднераздробленных зон формируются сильнораздробленные участки, для которых значения L_T достигают 600 м, а значения K_T — 80 пересечений на 225 м^2 . Пещерные галереи и залы, расположенные в непосредственной близости от границ блоков, выделяются значительными объемами (зал Величественный, коридор Анаконда и др.). Крупные блоки разбиты трещинами на более мелкие.

Трещины внутри крупных блоков также образуют участки с высокой, низкой и средней интенсивностью трещиноватости, что влияет на направление развития полостей и определяет морфометрию отдельных ходов. На схеме изолиний показателя L_T выделяются сильнораздробленные (L_T более 200 м на 225 м² поверхности массива), среднераздробленные (L_T — 50—150 м), слабораздробленные (L_T менее 50 м) участки.

Таблица 1

Показатели трещиноватости для наиболее крупных гротов пещеры Золушка

Гроты и залы	Общая длина тектонических трещин на 225 м ² поверхности массива (L_n , м)	Количество пересечений тектонических трещин на 225 м ² поверхности массива (K_T)
Китайский	100	6—12
Морское око	120	6—13
Лунный	100	5
Античный	80—100	10—11
Стадион	110	8—9
Увертюра	90—100	7—13
Этуаль	50	2—3

Таблица 2

Соотношение суммарной длины ходов (L) и количества их пересечений (K) на 225 м² с показателями трещиноватости (L_T , K_T) для районов Метрополитен и Наутилус пещеры Золушка

Район	Длина пещерных ходов на 225 м ² (L , м)	Длина тектонических трещин на 225 м ² (L_n , м)	Количество пересечений пещерных ходов на 225 м ² (K)	Количество пересечений тектонических трещин на 225 м ² (K_T)
Метрополитен	20	60	1	1, 3, 9
	30	70	2	4, 5
	50	10, 70, 130	3	2, 4, 5, 9
	60	80—110, 180	5	5, 9
	80	60	7	8
	90	40, 60, 90—110	8	4, 7
	100	50	9	3, 6
	110	90	10	3, 9
	120	110	12	6, 9
	150	90	0	0
Наутилус	20	80	1	10
	60	30, 40, 80, 100	3	1
	80	40, 110	4	1, 0
	90	50, 100, 140	5	6, 11, 22
	110	10, 60	6	3
	120	90	7	0

Сильнораздробленные участки расположены вдоль границ блоков. Иногда им соответствуют крупные залы и галереи. Так, для зала Черновицких спелеологов L_T — 200 м/225 м², а для зала Зигзаг удачи — 150 м/225 м. Максимально развиты подземные формы карста на среднераздробленных участках, которым соответствуют практически все залы и гроты пещеры (табл. 1). Слаботрещиноватым участкам соответствуют районы с разреженной сетью ходов.

Как показал анализ схемы изолиний количества пересечений трещин (K) на 225 м² поверхности массива, в сильнораздробленных зонах этот показатель более 15, в среднераздробленных — от 5 до 15, в слабораздробленных — менее 5.

При сопоставлении конфигураций изолиний L_T и K_T на картах пещерного блока с изолиниями на картах суммарной длины ходов пещеры на 225 м² и количества пересечений ходов на 225 м² (рис. 3) выявляется их относительная



Рис. 3. Схема изолиний суммарной длины ходов пещеры Золушка на 225 м² поверхности массива

тождественность. Это доказывает непосредственное участие тектонических трещин, зафиксированных в обнажениях, в процессе карстообразования, в частности, данные трещины определяют направление развития процесса. Однако значения изолиний на тех или иных картах не равны. Для суммарной длины ходов и их пересечений во многих случаях указанные значения составляют некоторую часть значений L_T и K_T для этой же площади (табл. 2), поскольку закарстованными являются не все тектонические трещины. В массиве происходит разделение трещин по гидрогеологической активности. Следовательно, при выявлении спелеогенетической способности трещин значения L_T и K_T всегда завышены, но при оценке раздробленности массива эти же значения будут достоверными или несколько заниженными, вследствие того, что часть трещин остается незафиксированной в обнажениях.

Пещера Буковинка заложена в верхнетортонских гипсах и в настоящее время вскрыта Сталинежским карьером. Изучение тектонической трещиноватости показало, что основные ходы и гроты пещеры заложены по зонам, среднераздробленным тектоническими трещинами. Наиболее развита зона, которая ориентирована на северо-запад — юго-восток. Ширина ее достигает 60—80 м, показатели трещиноватости, подсчитанные на 225 м^2 поверхности массива, следующие: L_T — 100—120 м, K_T — 10—15. В этой зоне обнаружены наиболее развитые гроты пещеры. Протяженность западной, южной и северной среднераздробленных зон весьма незначительна — 100—120 м, а ширина — 10—30 м, L_T колеблется от 80 до 120 м, K — от 5 до 15 пересечений на 225 м^2 .

Четвертая среднераздробленная зона ориентирована на восток, выходит за границу участка, ширина ее достигает 50 м, L_T — 150 м, K_T — 10 пересечений на 225 м^2 . К этим зонам также приурочена часть ходов и галерей пещеры. В местах пересечения среднераздробленных зон образуются сильнораздробленные зоны с L_T более 120 м, K_T более 15 пересечений трещин на 225 м^2 . Несмотря на высокую степень трещиноватости, данные участки не являются местами развития крупных пещерных ходов. Обычно пещерные галереи заканчиваются здесь завалами и сифонами. Оптимальное развитие получили ходы, заложенные на участках со средней раздробленностью. Слабораздробленные участки (L_T — менее 80 м, K_T — менее 5 на 225 м^2) остались незакарстованными.

Таким образом, логическая цепь «структурный план» — «трещиноватость» — «карст» вполне правомерна, она указывает на вторичную, но достаточно тесную связь распределения карстовых форм с особенностями тектонических структур.

Участки растворимых пород, подверженные трещинному дроблению, всегда являются зонами, потенциально пригодными для образования закарстованных трещин, полости или системы полостей. Прерывисто-непрерывный характер формирования тектонической трещиноватости в пределах структур определяет прерывисто-непрерывный характер карстообразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрейчук В. Н. Закономерности развития карста на юго-востоке зоны сочленения Русской платформы с Предкарпатским краевым прогибом: Автореф. дис... канд. геол.-минерал. наук. — Пермь, 1984.— 23 с.
2. Горбунова К. А. Морфология и гидрогеология гипсового карста. — Пермь, 1979.— 96 с.
3. Дорофеев Е. П. Взаимосвязь подземных и поверхностных карстовых форм на примере Кунгурской пещеры//Проектирование, строительство и эксплуатация земляного полотна в карстовых районах. — М., 1968.
4. Печеркин А. И., Катаев В. Н. К расчету напряжений, возникающих при формировании платформенных брахиантиклиналей//Инженерная геология. — 1983. — № 5. — С. 75—83.

УДК 551.442

Л. В. Демин

Приморский филиал Географического общества СССР **МЕТОДИКА ПОИСКА ПЕЩЕР НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ**

Для более эффективного поиска пещер в любом карстово-спелеологическом подразделении необходимо создать группу спелеологов-энтузиастов, собирающих сведения о пещерах в краевых газетах, журналах, книгах, ведущих опрос местного населения, пропагандирующих изучение пещер по радио, телевидению, в газетах и журналах.

С целью проверки достоверности сведений о новой пещере рекомендуется посылать одного-двух спелеологов, которые должны уточнить местоположение пещеры, а впоследствии организовать ее прохождение и исследование.

При организации поиска руководитель группы должен проанализировать опубликованную и фондовую литературу, картографические материалы по району работ. Необходимо перенести границы распространения карстующихся пород с геологической карты на топографическую. На последней должно быть отмечено предполагаемое местонахождение пещеры.

На геологической карте незначительный выход карстующихся пород может быть не отмечен. Например, в Приморье массив известняка с пещерой имени Н. К. Верещагина, обнаруженный спелеологами, не был закартирован.

Наличие зон тектонических нарушений в карбонатных породах способствует развитию глубинного карста. Геоморфологическим поисковым признаком пещер является наличие замкнутых понижений земной поверхности: воронок, котловин, провалов, а также исчезновение ручьев и рек. Известняки, залегающие среди песков, глин, глинистых сланцев и других некарстующихся пород, часто образуют положительные формы рельефа в виде холмов и гряд, которые характерны для Приморья. Крутосклонные сопки сложены главным образом кембрийскими, верхнепермскими и верхнетриасовыми известняками, мраморами, доломитами и конгломератами.

При отсутствии геологической и топографической карты в процессе поиска пещер составляется схема, на которую наносятся массивы карстующихся пород, ручьи, источники и другие объекты. Следует обратить внимание на топонимику района с такими географическими названиями, как Карсты, Белый Камень, Воронки, Провал, Известковый, Белая, Пещерный, Сухая.

Тактика поиска карстовых полостей зависит от геологических, геоморфологических, гидрогеологических и климатических особенностей района. Поиск пещер нужно проводить с возможно меньшими затратами времени на переходы. В районе предполагаемого распространения карста необходимо разбить лагерь и осуществлять исследование местности по радиальным или круговым маршрутам.

В горных районах карстующиеся породы обнажаются в склонах глубоко врезанных речных долин. Именно здесь и следует искать вход в карстовую полость. На водораздельных пространствах вход в пещеру может находиться на дне или склоне крутой воронки, а также в местах поглощения постоянного или периодического стока в речных долинах и балках.

В районах развития подвулканического карста пещеры обнаруживают по движению воздуха. Обычно температура воздуха пещер стабильна, она равна приблизительно среднегодовой температуре района. Из-за разницы температур наружного и пещерного воздуха возникает движение воздушных масс. Зимой теплый пещерный воздух по трещинам устремляется на поверхность, а в пещеру попадает наружный холодный. Летом направление движения воздуха сменяется на противоположное. Об указанном движении воздуха

свидетельствуют поднимающийся над землей пар, кристаллы инея в небольших гротах и трещинах, проталины в снегу зимой и вырывающиеся из трещин в породе струи холодного воздуха летом. На основе таких наблюдений были открыты новый зал в пещере Старого Медведя, продолжение пещеры Маленькой.

У сопки с гребнем, простирающимся с севера на юг, обычно западный склон немного круче восточного. Такое строение имеет массив Лозовой, гора Константинополь. Здесь колодцы и шахты, как правило, расположены на водоразделе (например Медвежий Клык) или на его отрогах (Соляник, Кабарга). Входы пещер обнаружены непосредственно под скальными гривками, венчающими водораздел (Приморский Великан), в бортах речных долин (Белый Дворец, Нижняя).

Сопки с гривкой, простирающейся с востока на запад, имеют задернованный северный и голый южный склоны. В силу резкой смены температур на южных склонах известняк разбит мелкими трещинами. Перспективнее исследование задернованных пологих северных склонов. Так, на северных склонах расположены провальные входы пещер Синегорской и Приисковой.

При организации поиска пещер на скальных обрывах необходимо осмотреть их с помощью бинокля, наметить ориентиры вблизи предполагаемых входов в полость, а затем определить технику прохождения обрыва. При поиске карстовых полостей на плато и пологих склонах прокладывается несколько маршрутов, что позволяет разделить район работ на участки. Затем приступают к тщательному осмотру местности. В лесу, на местности со сложным рельефом, в глыбовых завалах расстояние между линиями маршрутов уменьшается с 20—25 до 5—8 м. Цепи воронок указывают на наличие тектонических трещин, по которым возможно развитие карстовых полостей. Трещины в воронках и пещерах измеряются, составляется роза трещиноватости. Трещины преобладающих направлений в склонах воронок или обнажений исследуются наиболее тщательно. В ходах пещер, заложенных по таким трещинам и оканчивающихся завалами, проводятся раскопки.

Вблизи входов в колодцы и шахты часто можно видеть старые сухие деревья. У входа в пещеры встречается более свежая трава, деревья с пышной кроной. Периодически обводняемые пещеры обнаруживают по отложениям известкового туфа или густому мху. При поисках обводненных пещер необходимо исследовать все источники и участки долин на 20—50 м и больше от места их выхода. Наконец следует

принимать во внимание то, что летучие мыши и птицы часто селятся в пещерах, расширениях вертикальных шахт. Входные части пещер иногда начинаются узкими лазами барсуков. Некоторые пещеры служат медведям берлогами, к ним протогганы тропы.

Многие массивы карстующихся пород спелеологически не изучены, поэтому поиск пещер сводится к их планомерному исследованию в благоприятное время года и раскопкам заваленных ходов известных карстовых полостей.

УДК 551.44

Ю. Е. Лобанов

УНИХИМ

А. Ф. Рыжков

Уральский политехнический институт

СТАДИЙНОСТЬ РАЗВИТИЯ ПЕЩЕР ЗОНЫ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА В КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Для дальнейшего совершенствования методов изучения пещер требуется разработка вопросов теории спелеогенеза. Среди последних одним из центральных является вопрос о стадийности развития пещер. Широко известна схема стадийности, составленная Г. А. Максимовичем [9—11] и уточненная Л. И. Маруашвили [13, 14]. Она основана на учете изменений морфологических и гидролого-гидрогеологических признаков и применима прежде всего при изучении горизонтальных пещер в карбонатных отложениях платформ.

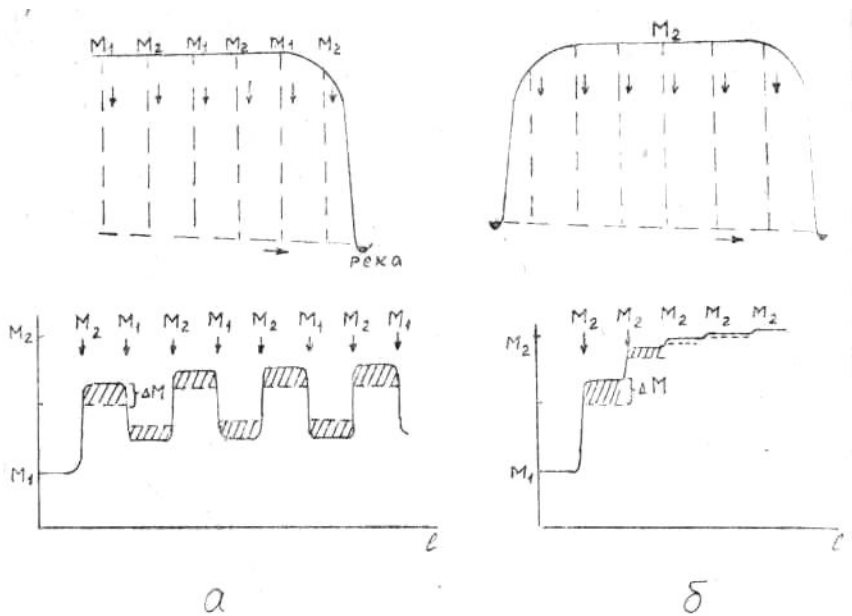
Широкое исследование карстовых полостей горных стран в последнее время [3] привело к необходимости создания схемы стадийности, которую можно было бы использовать при описании пещер различных морфогенетических типов всех гидродинамических зон [2, 7]. З. К. Тинтилозов предложил схему, выделив три эпохи (фреатическую, вадозную и сухую), причем средняя из них включает три стадии [16]. Достоинством схемы является отказ от учета морфологических признаков. По нашему мнению, морфология пещеры зависит в большей мере от структурных и гидрогеологических условий [5, 7], а не эволюционных. Недостаток схемы [16] заключается в отсутствии четких критериев выделения стадий.

В настоящей статье предлагается новая схема стадийного развития пещер в карбонатных отложениях. Она составлена, во-первых, с учетом различий в коррозионной активности пещерных потоков разного генезиса [7, 12]. Трещинные

воды в карбонатных массивах имеют весьма высокий градиент минерализации (103—104 мг/л·км) и поэтому насыщаются бикарбонатом уже на первых метрах пути в трещинах. В пещеры они попадают посредством капеза и формируют в них инфильтрационные коррозионно-инактивные потоки. Инфлюационные потоки, питаемые через поноры, имеют низкие градиенты минерализации (10—102 мг/л·км), поэтому они сохраняют коррозионную активность на протяжении всего подземного пути (при длине 1—10 км). Инфлюационные потоки всегда способствуют увеличению объема пещер, инфильтрационные — уменьшению его вследствие образования натеков.

Во-вторых, в основе схемы лежит новая, канальная концепция спелеогенеза. По трещинной концепции [1, 2, 10, 11, 13, 16] карстовые полости образуются при расширении трещин движущейся водой. Термин «закарстованная трещина» — следствие распространения этой концепции. Д. С. Соколов отмечал, однако, что в глубине массива трещины плотно сомкнуты и поэтому коррозионно-инактивны. Коррозия становится возможной лишь после их расширения при механической разгрузке [15]. Л. Якуч также отвергал трещинную концепцию, допуская образование пещер в глубине массива лишь благодаря коррозии смешивания («автогенный карст») [17]. Но морфология наиболее распространенных пещер речного типа [7] не соответствует этим моделям. По канальной концепции, позволяющей наиболее полно описать морфологию пещер [6—8], первичным элементом при их образовании является не трещина, а канал, возникший на пересечении трещин благодаря коррозии смешивания. Имеющиеся в карбонатных массивах широко раскрытые трещины [4] коррозионно-активны, но они не создают густой связанной сети и не играют систематической роли в спелеогенезе.

Обычно процесс зарождения пещер рассматривают как результат коррозии смешивания при контакте насыщенных вод разной минерализации в зонах вертикальной и горизонтальной циркуляции [1]. Однако для этого необходимо варьировать минерализацию нисходящих вод. На рисунке показано формирование дефицита насыщения, пропорционального заштрихованной площади, по длине (1) горизонтального водотока в случае периодического колебания уровня минерализации (M_1 и M_2) инфильтрационных вод. При этом имеет место непрерывающийся по длине процесс коррозии смешивания ΔM в местах их подтока. В случае, когда сверху поступают воды с постоянной минерализацией (M_2), должно происходить быстрое прекращение процесса по длине



Непрерывный и прерывающийся по длине водотока процесс коррозии смешивания при подтоке инфильтрационных вод с периодически изменяющейся (а) и постоянной (б) минерализацией

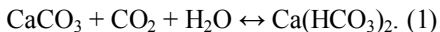
не водотока (см. рис.). Видимо, этот случай редко наблюдается в природе. Интенсивность продуцирования углекислоты почвенной биомассой непостоянна во времени и пространстве вследствие сложного влияния разных факторов (цикловых, месячных и других ритмов, различий в составе почв, характера растительности на разных участках поверхности, условий их освещенности и т. п. [15]). В связи с этим минерализация инфильтрующихся в массив трещинных вод также должна колебаться.

Можно полагать, что такие колебания минерализации вызывают коррозию смешивания не только в зоне контакта вод вертикальной и горизонтальной циркуляции, но и по всему объему массива от поверхности до уровня дрены. Вследствие лунно-приливных колебаний давлений в массиве и степени раскрытия трещин должны иметь место горизонтальные перемещения трещинных вод и, следовательно, коррозия смешивания по всем линиям пересечения трещин. Таким образом, в массиве формируется сеть каналов, расширяющихся во времени.

Этот процесс можно рассматривать как первую фазу закарстования массива, характеризующуюся относительно медленным течением. Вторая фаза является процессом собственно спелеогенеза. Он начинается тогда, когда диаметр каналов достигает критических размеров, так что вода при движении по их системе не успевает насыщаться бикарбонатом. Вследствие этого происходит прогрессирующее одновременное расширение системы каналов на всем протяжении от понора до дрены. Последнее представление совпадает с выводами З. К. Гинтилозова об одновременной проработке пещер в зрелых стадиях во всем массиве [16]. По нашему мнению, такая проработка имеет место уже на первой стадии спелеогенеза.

Определим интервал критических значений диаметров каналов. Для трех уральских пещер (Шумиха, Зигзаг, Новоурадымовская [7]) определены градиенты минерализации (M') и расходы (Q) инфилюационных водоотоков: соответственно 20 мг/л·км и 600 л/с, 33 мг/л·км и 240 л/с, 60 мг/л·км и 4 л/с. Для этих пещер зависимость M' от Q в двойных логарифмических координатах может быть представлена в виде прямой: $\lg M' = 1,91 - 0,23 \lg Q$. Если считать, что переход от «инфильтрационного» к «инфилюационному» режиму питания имеет место при промежуточных значениях M' (200—500 мг/л·км), то при использовании указанной зависимости находим ориентировочно критический интервал расходов: от 1 до 30 мл/с. По приближенным гидродинамическим расчетам, такой расход возможен в каналах диаметром от 1 до 10 мм.

Рассмотрим вопросы стадийности развития пещер. Основные процессы карста в карбонатных отложениях связаны с протеканием обратимой реакции:



В основу предлагаемой схемы стадийности положены изменения гидрогеологических факторов, направление протекания реакции (1) в пещере и характер массопереноса в цепи поверхность — пещера — поверхность. Изменение сочетаний этих характеристических условий является критерием перехода пещеры из одной стадии развития в другую (см. табл.). По каналной концепции трещинная и щелевая стадии [9] в спелеогенезе в основном отсутствуют. Они характеризуют развитие немногочисленной группы коррозионно-гравитационных пещер и шахт [3]. Для большинства пещер первой стадией развития является *инфилюационно-фреатическая*, начинающаяся эрозионно-коррозионной разработкой сформированной системы цилиндрических каналов

Стадии формирования пещер в карбонатных отложениях

Номер стадий	Стадия	Условия						Коррозия	Эрозия	Натекообразование		Отложения	
		наличие водотока	питание через попор	питание через трещины	гидрологическое условие	направление массопереноса	изменение объема, Δv			на своде и стенах	на дне	обвалы	речные
I	Инфлюационно-фреатическая	+	+	—	$Q_p > Q_n$	Б	>0	+	+	—	—	—	— (+)
II	Инфлюационно-вадозная	+	+	+	$Q_p < Q_n$	А, Б	>0	+	+	+	—	+	+
III	Инфильтрационно-вадозная	+	—	+	$\sum Q_p < Q_n$	А, В	<0	—	—	+	+	—	—
IV	Инфильтрационно-сухая	—	—	+		А	<0	—	—	+	+	—	—
V	Консервационная	—	—	+		В	0	—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. — — означает отсутствие данного фактора, + — его наличие, А — перенос карбоната с поверхности массива в пещеру, Б — перенос его из пещеры к дрене, В — перенос с поверхности массива к дрене.

2. Обвалы за счет выветривания и вследствие сейсмичности не учитываются.

между понором и дреной. Особенность первой стадии составляют инфлюационное (через понор) питание подземного водотока; напорные условия (следствие гидрологического условия $Q_p > Q_n$, где Q_p — расход воды в поверхностном водотоке, Q_n — пропускная способность пещеры); увеличение объема полости во времени ($\Delta v > 0$). Материал выносятся из глубины массива к дрене. Продолжительность первой стадии и размер образовавшейся в ней полости зависят от структурных и гидрогеологических условий. В горных странах условие $Q_p > Q_n$ нарушается обычно при сравнительно небольших сечениях полости, в платформенных — при больших сечениях. Так, в пещере Шумиха значительные объемы сформировались на первой стадии.

Инфлюационно-вадозная, вторая, стадия развития начинается с появления свободного потока в пещере. Переход к ней сопровождается изменением макроморфологии пещеры. На первой стадии благодаря условию $Q_p > Q_n$ образуется объемно-разветвленный лабиринт одинаковых потоков (полостей), распределенных преимущественно вертикально в горных условиях и горизонтально — в равнинных. В начале второй стадии из множества потоков выделяется один, дающий начало собственно пещере. В дальнейшем ее макроморфология не изменяется. На второй стадии протекают те же процессы, что и на первой. Кроме того, в воздушной фазе начинается процесс отложения из инфильтрационных вод натечков на стенах и своде вследствие протекания обратной реакции (1). Скорость уменьшения объема полости L определяется формулой:

$$L = iQ_{\phi}S(H_1 - H_2), \quad (2)$$

где Q_{ϕ} — удельный инфильтрационный водоприток в единицу времени, S — площадь инфильтрующей поверхности пещеры, H_1 и H_2 — парциальные давления углекислоты в почвенном и пещерном воздухе, i — коэффициент.

Аккумуляция натечков наблюдается лишь при $H_1 > H_2$, когда имеет место удаление выделяющейся углекислоты через вход в пещеру или абсорбция ее инфлюационным потоком. Натечки в пещере не формируются при $H_1 = H_2$, т. е. при низком значении H_1 (условия голого карста) или высоком значении H_2 (при затруднении отвода углекислоты).

Таким образом, на второй стадии осуществляется вынос карбоната из пещеры на поверхность инфлюационной водой и привнос карбоната в меньшем объеме, а также углекислоты с инфильтрационными водами. Суммарная скорость увеличения объема пещеры положительная: $\Delta v > 0$. Для большинства пещер вторая стадия является основной стадией

интенсивного увеличения объема. Последний зависит от времени нахождения пещеры в этой стадии и расхода инфлюационного потока.

После второй стадии возможны два пути развития пещеры. При глубоком ее заложении начинается третья стадия, при неглубоком (первые десятки метров) — наблюдается разрушение пещеры путем обвала кровли. Стадии пещерно-провальной, карстового моста и карстовой арки [9—11] можно рассматривать как морфологические подстадии второй стадии, поскольку изменение морфологии пещеры происходит лишь при растворении обрушенного материала коррозионно-активным потоком, иначе подпор кровли приостановит обрушение.

С прекращением инфлюационного питания подземной реки при изменении климата, расположения или глубины вреза питающего водотока относительно понора начинается *инфильтрационно-вадозная*, третья, стадия. Питание подземной реки осуществляется теперь лишь благодаря инфльтрационному капезу. В этом случае $\Delta v < 0$. Объем полости уменьшается в силу аккумуляции натеков на сводах, стенах и в русле потока. Русловые отложения зафиксированы в межень в инфилтрационно-вадозных подземных реках пещер Красной [2] и Сумган-Кутук [6]. На третьей стадии карбонат переносится с поверхности в глубину массива, а его избыток — к дрене. Углекислота удаляется через вход.

Многие водоносные карстовые системы находятся на третьей стадии развития в межень и на второй — в паводок, в период активной инфлюации потоков во входы пещер. Отнесение таких полостей к той или иной стадии возможно лишь после определения знака Δv на основе данных круглогодичных балансовых измерений.

Инфильтрационно-сухая, четвертая, стадия развития пещеры характеризуется наличием инфилтрационного капеза, суммарный расход которого недостаточен для обеспечения водотока в пещере, что обусловлено незначительным инфилтрационным водопритокком (сухой климат) или малой инфилтрующей площадью (небольшая пещера). В таких случаях четвертая стадия может следовать за второй. На четвертой стадии воды, поступающие в полость, инфилтруются через ее дно, выделяя часть бикарбоната в виде натеков, в результате чего объем пещеры также уменьшается.

На третьей и четвертой стадиях возможно заполнение пещеры натеками и ее исчезновение, если сохраняются условия для удаления углекислоты.

Если вентиляция пещеры прекращается вследствие кольматации

входа или расчленения ее натеками на герметичные камеры, наступает консервационная стадия. Она характеризуется отсутствием процессов отложения натеков, поскольку из-за невозможности удаления углекислоты парциальное давление ее в полости возрастает до уровня его в инфильтрующихся водах: $H_1 = H_2$. Поэтому полость консервируется, несмотря на прежнюю интенсивность орошения ее инфильтрационными водами. Пещеры на пятой стадии обычно недоступны, они вскрываются при бурении и проходке тоннелей.

Предлагаемая схема развития пещер в карбонатных отложениях применима к полостям различных морфогенетических типов, например, лабиринтов озерного типа или линейных полостей речного типа [7], как горизонтальных, так и вертикальных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практика.— М., 1972.
2. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма.— Л., 1977.
3. Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР.— М., 1982.
4. Комплексные изыскания при строительстве гидротоннеля в карстовой области Горного Крыма. — Симферополь, 1971.
5. Лобанов Ю. Е., Голубев С. И., Рыжков А. Ф. Морфогенез карстовых полостей//Карст и гидрогеология Предуралья. — Свердловск, 1979.— Вып. 140.
6. Лобанов Ю. Е., Голубев С. И. Карстовая система и формирование подземного стока в спелеологическом районе Кутукского урочища//Пещеры. — Пермь, 1978.
7. Лобанов Ю. Е. Уральские пещеры. — Свердловск, 1979.
8. Лобанов Ю. Е., Рыжков А. Ф., Голубев С. И. Механизм и начальные стадии развития пещер в карбонатных породах//Карстовый процесс и его прогноз.—Уфа, 1980.
9. Максимович Г. А. Основные стадии развития многоэтажных горизонтальных карстовых пещер в известняках и гипсах//Пещеры. — Пермь, 1962. — Вып. 2.
10. Максимович Г. А. Вопросы карстоведения. — Пермь, 1963.— Т. 1.
11. Максимович Г. А. О стадиях развития горизонтальных карстовых пещер в карбонатных отложениях//Пещеры. — Пермь, 1969.— Вып. 7 (8).
12. Мартин В. П., Лобанов Ю. Е. Коррозионная активность пещерных водотоков различного генезиса//Мероприятия по повышению устойчивости земляного полотна в карстовых районах БАМа и другие вопросы карстоведения. — Красноярск, 1977.
13. Маруашвили Л. И. Морфогенетический анализ карстовых Пещер //Очерки по физической географии Грузии.—Тбилиси, 1969.
14. Маруашвили Л. И. Стадии малого спелеоморфогенетического типа //Сообщ. АН Груз. ССР. — Тбилиси, 1970.— Т. 59, № 3.

15. Соколов Д. С. Основные условия развития карста.— 1962.
16. Тинтилозов З. К. Карстовые пещеры Грузии (морфологический анализ). — Тбилиси, 1976.
17. Якуч Л. Морфогенез карстовых областей. — М., 1979.

УДК 551.44

А. Б. Климчук, Н. Л. Яблокова

Институт геологических наук АН УССР

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ГАЗОВОГО СОСТАВА ВОЗДУХА КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

Изучение газового состава воздуха (ГСВ) пещер является важной частью спелеометеорологии. ГСВ пещер определяет условия и особенности прохождения разнообразных гидрогеохимических процессов в карстовых массивах. В связи с увеличением масштаба практического использования пещер (туристские объекты, лечебницы, хранилища, научные лаборатории) исследование ГСВ подземных пространств приобретает все большее практическое значение и должно производиться как на стадии изысканий, так и в ходе эксплуатации объектов в пещерах.

Немногочисленные работы, посвященные ГСВ пещер, содержат скудные сведения о методике его изучения. Используемые при этом положения, приемы и способы не всегда обоснованы и корректны в теоретическом и техническом отношении.

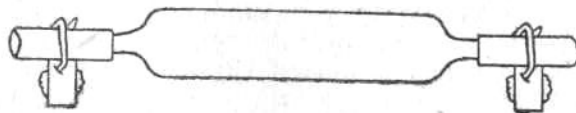
В последние годы в ИГН АН УССР разработана методика изучения ГСВ пещер, которая апробирована при исследовании пещер Подолии и Буковины, а также других районов СССР. Отдельные ее положения отражены в публикациях [7, 8, 14, 15].

Методы определения компонентов ГСВ разнообразны. Определение CO_2 и CH_4 на месте может производиться шахтными интерферометрами различных моделей, что наиболее часто встречается в практике изучения ГСВ пещер. Однако малое число определяемых компонентов, невысокая разрешающая способность и большая относительная ошибка ограничивают применение этого прибора предварительным этапом исследования (в частности, маршрутным поиском значительных аномалий ГСВ в пещере). Существуют методики экспресс-анализа для определения углекислого газа в воздухе [9], которые применялись спелеомедиками [1], а также различные экзотические методики определения отдельных

компонентов, не применявшиеся в спелеологической практике ввиду узкой направленности, отсутствия аппаратуры или трудоемкости. Наиболее рациональным и полноценным является изучение ГСВ пещер путем отбора проб с последующим анализом их в лабораторных условиях методом газовой хроматографии. Газохроматографический метод позволяет определять широкий спектр компонентов при достаточно высокой разрешающей способности и точности анализа. Так, для приборов типа ЛХМ-7А, ЛХМ-72, используемых нами, разрешающая способность определения основных компонентов достигает 0,01 об. % при относительной ошибке измерений для кислорода — около 1,6%, азота — 0,6%, углекислоты и метана — 7% (в пределах содержаний, установленных в воздухе пещер). Техника газохроматографического анализа и обработки хроматограмм подробно описана в специальных руководствах.

Способы опробования. Выбор способов отбора проб воздуха имеет большое значение. Эти способы должны исключить возможность ощутимых изменений ГСВ в пробе и обеспечивать удобство и наименьшую трудоемкость отбора и транспортировки проб в сложных условиях пещер.

Наиболее распространенный [10] способ отбора проб, который применялся и в спелеологической практике [4, 6], заключается в следующем: сосуд для отбора проб газа заполняется водой (насыщенным раствором соли); на месте отбора пробы вода выливается и сосуд заполняется газом. В качестве сосудов для отбора проб применяются бутылки, закрытые резиновыми пробками. Кроме того, в сосуде оставляют около 100 см³ солевого раствора, который служит дополнительным затвором. Бутылки транспортируются горлышком вниз. Однако в связи с различной растворимостью отдельных компонентов газовой смеси состав ее при контакте с водой или солевым раствором может измениться, поэтому А. А. Черепенников [12] рекомендует при отборе проб использовать воду, через которую достаточно долго «опускался опробуемый газ. Насыщенные растворы солей плохо растворяют газ, их тоже необходимо насытить отбираемой



Газовая пипетка

газовой смесью. Однако практически насытить воздухом затворный раствор невозможно. Нами установлено, что газовый состав в таких пробах значительно изменяется во время транспортировки и хранения (до 30,5% — кислород, 13,5% — азот, 16,6% — метан, 49,4% — углекислота [7]).

Этого недостатка лишен используемый нами способ герметизации пробы в специальных газовых пипетках (рис.), представляющих собой стеклянные трубки диаметром 30 мм. Они имеют на концах оливки, на которые надеваются трубочки из мягкого вакуумного шланга (длиной 5—10 см) с зажимами. Шланговые окончания обеспечивают возможность отбора газа из пипетки в шприц, что необходимо при хроматографическом анализе. Объем пипеток 50—100 см³. При применении пипеток меньшего объема в них возможно возникновение некоторого разрежения газа во время неоднократного отбора его в шприц, что приводит к подсасыванию атмосферного воздуха и изменению состава пробы. Перед отбором пробы пипетка заполняется водой для вытеснения находящегося в ней воздуха; в точке отбора открываются зажимы, вода из пипетки выливается, ее заполняет воздух, и зажимы закрываются. Можно использовать и пипетки, предварительно откаченные до разрежения 10^{-1} — 10^{-2} мм рт. ст. Тогда в точке отбора достаточно открыть и вновь закрыть зажимы. При отборе проб в пещерах горных районов следует создавать в пипетке избыточное давление путем накачки воздуха резиновой грушей. Это необходимо для того, чтобы давление газа в пипетке было не меньше атмосферного давления на более низких высотных отметках (местности, где расположена лаборатория) во избежание подсасывания воздуха в пробу при операциях ввода пробы в хроматограф.

Контрольными анализами установлена неизменность газового состава проб, герметизированных описанным способом, в течение длительного времени [7]. Кроме того, применение пипеток более практично: они намного легче бутылок и меньше их по объему, проще упаковываются и транспортируются, что особенно важно в условиях сложных карстовых пещер.

Организация опробования в карстовых полостях. Организация опробования ГСВ в значительной степени зависит от задач исследования. В общем случае отбор проб воздуха в пещерах должен обеспечивать выявление пространственных вариаций газового состава в полости (сеть точек) и изучение его изменчивости во времени (режимный отбор) в зависимости от характера и режима газоформирующих

факторов. Планирование точек отбора проб производится с учетом размеров и структуры пещерной системы, морфологии полостей, геолого-структурных и гидрогеологических особенностей пещерного блока, характера воздушной циркуляции. Условия отбора проб должны быть максимально стандартизированы. Массовый отбор проб для выявления вариаций ГСВ в полости следует производить на высоте 1,0 м над полом при равномерном удалении от стен. Точки отбора проб должны быть отмечены на карте или на местности для обеспечения повторного опробования.

В некоторых точках следует производить послойный отбор проб с целью изучения стратификации газов в сечении пещеры. Приняты следующие стандартные уровни опробования: 0,1; 0,5; 1,0; 2,5 м. Так, содержание углекислоты в таких сериях проб, взятых в пещерах Подолии и Буковины, снижается от уровня 0,1 м к уровню 0,5 м, повышается на уровне 1,0 м (достигая, как правило, максимальных значений) и вновь снижается или сохраняется на высоте 2,5 м) [8, 15]. Подобный характер распределения углекислоты отмечен в различных пещерах и в различных микроклиматических ситуациях; сохраняется он в целом и при сезонном изменении режима воздушной циркуляции. Удовлетворительного объяснения этому явлению пока не найдено.

Важным является режимное изучение ГСВ пещер. Оно планируется с учетом микроклиматического режима полости. Фоновый режимный отбор производится не реже одного раза в месяц. Необходимо также производить многосуточные и внутрисуточные циклы отбора проб для выявления разнопорядковых зависимостей ГСВ от режима воздушной циркуляции.

Как показали исследования, в пещерах Подолии и Буковины ГСВ подвержен значительным сезонным вариациям. Летний период характеризуется наиболее низким содержанием углекислого газа, зимний — наиболее высоким. В пещерах региона содержание CO_2 зимой в среднем в 3—4 раза превышает этот показатель летом. Характер сезонного изменения содержания азота в воздухе изученных пещер сходен с характером изменения содержания углекислого газа, а колебание содержания кислорода обнаруживает противоположные тенденции. В то же время в пещерах Крыма отмечался обратный характер сезонных вариаций в содержании CO_2 [5, 6].

Дополнительные и специальные исследования. Для содержательной генетической и динамической интерпретации результатов изучения газового состава воздуха пещер необходимы

дополнительные исследования. Обязательным является отбор проб воздуха на поверхности у входа в пещеру. Под землей в момент отбора пробы измеряется давление и влажность воздуха. В идеале изучение ГСВ пещер следует проводить совместно со стационарными или полустационарными микроклиматическими исследованиями по полной программе.

Определение генезиса отдельных компонентов ГСВ пещер — сложная задача, для решения ее чаще всего недостаточно применение упомянутых приемов и средств. Особенно это касается CO_2 , повышенное содержание которого в воздухе пещер является общей закономерностью, а возможных источников обогащения пещерного воздуха углекислотой существует множество (подток сухих струй газа по разломам, поступление из почвенного слоя с воздухом и инфильтрационными водами, окислительные процессы в зоне аэрации, процессы термодиффузии, выделение CO_2 при образовании карбонатных натечков и т. д.) [5, 13]. Решение вопроса о роли тех или иных процессов в обогащении воздуха пещер углекислотой может быть получено с помощью изотопных исследований углерода, входящего в состав CO_2 (C^{12} — C^{13}). Такие исследования производятся прецизионным масс-спектрометрическим методом [8, 15]. При анализе углекислый газ связывают барботированием воздуха в месте отбора пробы через раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Полученный концентрат обрабатывается в лаборатории фосфорной кислотой и выделившийся CO_2 после очистки вводится в масс-спектрометр через систему напуска. Содержание углерода-13 измеряется относительно стандарта PDB в виде величины δC^{13} и выражается в промиллях.

Обработка результатов и их интерпретация. Газовый состав воздуха выражается в объемных процентах. Характер обработки данных в значительной степени определяется задачами исследования. Общая характеристика ГСВ пещеры или группы пещер предполагает выявление предельных значений, средних величин содержания отдельных компонентов и других статистических параметров для данной выборки. При формировании выборок следует проверять их однородность известными приемами. Включение в единую выборку данных о пещерах региона малоинформативно без учета геолого-гидрогеологических, микроклиматических (тип циркуляции) и других газоформирующих условий. Так, установлены существенные различия между характеристиками ГСВ пещер Подолии (Оптимистическая, Озерная, Кристальная, Вертеба, Млынки, Атлантида) и Буковины (Золушка), что определяется значительной разницей геолого-гидрогеологических

условий прохождения газоформирующих процессов.

Обработка данных разновременных наблюдений (даже если они не являлись строго периодичными) должна быть ориентирована на выявление сезонных вариаций ГСВ пещер. Выше было отмечено наличие отчетливых сезонных вариаций в содержании отдельных компонентов ГСВ Подолии и Буковины. Например, летний период характеризуется наиболее низким содержанием CO_2 — в среднем 0,25 об. % для пещер левобережного Приднестровья и 0,96 об. % для пещеры Золушка. Зимой содержание CO_2 составляет в среднем 1,0 об. % для пещер левобережного Приднестровья и 2,74 об. % для пещеры Золушка.

Важной задачей является поиск связей между содержанием отдельных компонентов и газоформирующими факторами (геолого-структурные, гидрогеологические условия; морфология, микроклимат и др.). Однако в связи с большой сложностью формирования ГСВ пещер к определению таких связей следует подходить весьма осторожно.

ГСВ пещер формируется на основе атмосферного воздуха, состав которого в карстовых полостях и трещинах подвергается определенным изменениям. Они заключаются не только в обогащении атмосферной основы какими-либо газами, но и в расходовании отдельных компонентов в результате происходящих в этой же среде процессов. В связи с этим недопустим пересчет результатов, основанный на исключении из смеси атмосферных компонентов, что встречалось в практике исследования ГСВ пещер [5, 6]. Такой пересчет разработан для изучения природных газов и применяется с целью «очистки» результатов анализа пробы газа, в которую при отборе попадает атмосферный воздух. В нашем же случае основной задачей является исследование изменений атмосферного воздуха, поступающего в подземное пространство, под воздействием различных газоформирующих факторов, т. е. такая «очистка» делает дальнейший анализ бессмысленным.

Представление результатов в виде объемных процентов не позволяет судить определенно о действительной степени изменчивости компонентов. Скажем, обогащение воздуха углекислотой (поступление ее «со стороны») вызовет уменьшение значений кислорода и азота в объемных процентах, даже если их «расходования» не происходит. Для определения действительной степени изменчивости компонентов ГСВ пещер разрабатываются специальные расчетные приемы [15], которые, однако, нуждаются в совершенствовании.

Выше отмечалось, что определенные данные о генезисе

отдельных композитов ГСВ пещер могут быть получены с помощью изотопных исследований. Это особенно важно для CO_2 — наиболее полигенетичного компонента, повышенное содержание которого в воздухе пещер можно считать общей закономерностью.

Возможность установления основного источника формирования CO_2 по данным об изотопном составе углерода основана на том, что углекислый газ различного происхождения содержит углерод различного изотопного состава. Так, среднее значение δC^{13} для атмосферного воздуха составляет — 7,0 ‰. При окислении органики в почве углерод наследует изотопный состав субстрата, поэтому в почвах растительных ландшафтов продуцируется CO_2 , содержащий — 25‰ δC^{13} [2]. Аналогичный состав имеет углерод CO_2 , образующийся от аэробной деструкции органического вещества в подземных водах и, по-видимому, от органики в заполнители карстовых полостей. Углекислый газ, углерод которого содержит C^{12} в большей концентрации, чем органическое вещество, генетически может быть связан только с метаном или другими углеводородами метанового ряда (δC^{13} —40...—70‰) [3]. CO_2 продуцируется при окислении углеводородов водорастворенным кислородом и при биохимическом разрушении с участием сульфатов и бактерий-десульфаторов [11].

В противоположность этому ряду, направленному в сторону облегчения углерода CO_2 , углекислый газ эндогенного происхождения, поступающий из глубоких слоев осадочного чехла, характеризуется утяжеленным составом углерода (до положительных значений δC^{13}).

Изучение изотопного состава углерода CO_2 воздуха пещеры Золушка (Буковина) позволило подойти к решению вопроса о происхождении углекислого газа [8, 15]. Обогащение легким изотопом углерода CO_2 воздуха (среднее значение δC^{13} = —34,4 ‰ в восьми пробах, максимальное — —42,4 ‰) исключает влияние подтока углекислоты эндогенного происхождения по разломам, как это предполагалось в работе [5]. Привнесение почвенного CO_2 с инфильтрационными водами и окисление органики, по-видимому, имеют место, но не могут дать изотопное облегчение углерода CO_2 воздуха пещеры до наблюдаемого уровня. Установленный изотопный состав углерода свидетельствует о большой роли CO_2 , генетически связанного с метаном, в формировании углекислотной загазованности пещеры. При окислении метана этот углерод включается в состав образующегося углекислого газа, что обуславливает изотопный состав углерода CO_2 , наблюдаемый в воздухе пещеры Золушка (при

некотором смешивании с CO_2 от других источников).

Результаты изучения газового состава воздуха пещер имеют большое значение для решения различных вопросов общей и региональной гидрогеохимии. Так, благодаря многочисленным работам геохимиков выявлен изотопно облегченный состав углерода отдельных слоев ратинских известняков, входящих вместе с гипсами в состав тирасской свиты (юго-западная окраина Восточно-Европейской платформы и Предкарпатский прогиб). Это исключало возможность их морского (лагунного) происхождения, но удовлетворительного объяснения не находило даже в рамках метасоматической модели образования указанных известняков. Установление изотопно облегченного состава углерода CO_2 воздуха пещеры Золушка позволяет решить вопрос об источнике облегченного углерода ратинских известняков при их метасоматическом образовании.

Второй пример касается генезиса сероводородных вод, широко распространенных в закарстованных неогеновых отложениях у границы юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы и Предкарпатского прогиба. Для осуществления биохимических процессов десульфатизации, в результате которых образуется сероводород, необходимы значительные количества углекислого газа. По поводу его возможных источников в осадочных толщах неогена высказывались различные мнения, в том числе предполагалась вероятность формирования углекислого газа путем окисления метана. Теперь это можно считать установленным. Показана также высокая углекислотная загазованность аэрируемого пространства закарстованных отложений тирасской свиты и их подземных вод, т. е. установлено значительное содержание углекислого газа в водовмещающей толще.

Таким образом, изучение газового и изотопного состава воздуха пещер имеет важное значение для выявления условий прохождения разнообразных гидрогеохимических процессов в карстовых массивах. Исследование ГСВ пещер, особенно содержания углекислого газа, позволяет получить важную информацию для изучения состояний карбонатной системы в карстовых водах. Укажем на работу Ю. И. Шутова [13], в которой данные по фактическому содержанию CO_2 в воздухе пещер использованы для исследования термодинамического равновесия в системе: минерализация — ГСВ пещер. В качестве примера учета геолого-структурной информации на основе изучения ГСВ пещер следует упомянуть картирование разломов в пределах пещерных полей по резким аномалиям в ГСВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апостолок В. В., Горбенко П. П. Перспективы использования пещер Подолья в лечебных целях//Гидрогеология и карстование.— Пермь, 1977. — Вып. 8.
2. Бондаренко Г. М. Изотопная эволюция углерода растворенных карбонатов в анаэробной среде//Докл. АН УССР. Сер. Б. — 1983. — № 9.
3. Галимов Э. М. Геохимия стабильных изотопов углерода. — М., 1968.
4. Дублянский В. Н. Газовый состав воздуха в карстовых пещерах и шахтах Горного Крыма//Гидрогеология и карстование. — Пермь, 1965. — Вып. 6.
5. Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины.— Киев, 1980.
6. Дублянский В. Н., Шутов Ю. И. Газовый состав воздуха в карстовых полостях Горного Крыма//Докл. АН СССР. — 1966.— Т. 171, № 2.
7. Климчук Н. Л., Высоцкий В. И. К методике изучения газового состава воздуха пещер и водорастворенных газов//Гидрогеология и карстование. — Пермь, 1981.
8. Климчук А. Б., Яблокова Н. Л., Ольштынский С. П. Формирование газового состава воздуха карстовых пещер Подолии и Покутья//Докл. АН УССР. Сер. Б. — 1984. — № 2.
9. Лаптев А. П., Малышева И. Н. Руководство к практическим занятиям по гигиене.—М., 1975.
10. Методическое пособие по отбору и анализу проб природных газов.— Л., 1969.
11. Основы гидрогеологии. Геологическая деятельность и история воды в земных недрах. — Новосибирск, 1982.
12. Черепенников А. А. Руководство по опробованию и анализу природных газов.—М., 1951.
13. Шутов Ю. И. Условия термодинамического равновесия: минерализация воды — «газовый состав воздуха в пещерах Крыма//Вопросы карстования. — Пермь, 1970. — Вып. 2.
14. Яблокова Н. Л. Методика изучения и закономерности формирования газового состава воздуха карстовых пещер Подолии и Буковины//Состояние, задачи и методы изучения глубинного карста СССР: Тез. докл. III Всес. карст. — спелеол. совещания. — М., 1982.
15. Klimchuk A. B., Yablokova N. L., Olshtynsky S. P. The regularities in the formation of gas composition of the air in the large Karst caves of Podolia and Bukovina//Proceed. 8 Int. Congr. of Speleol.— Bowling Green, 1981. —Vol. 1.

Опытное предприятие Института геологических наук АН УССР
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ
МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРОВ ПРИ ТОПОСЪЕМКЕ КАРСТОВЫХ
ПОЛОСТЕЙ**

Основой картирования пещер является сеть точек, которая связывается съемочными ходами различной точности. В спелеологии обычно используется съемка с измерением магнитных азимутов буссолью или компасом, длин — мерными лентами и вертикальных углов — эклиметрами различных конструкций. Такая съемка обеспечивает невысокую точность (допустимой считается невязка 5% на замкнутом ходе), что соответствует примерно четвертому градусу международной шкалы [2, 3].

При решении различного рода инженерных задач, возникающих при хозяйственном освоении карстовых пещер и районов, требования к точности съемки повышаются. В таких случаях измерение горизонтальных углов производится с помощью теодолитов и теодолитов-тахеометров различных конструкций, а измерение длины, вертикальных углов или превышений — инструментами соответствующего класса точности (шестой-седьмой градус международной шкалы).

В обоих случаях при обработке материалов топосъемки используется либо последовательное графическое построение точек съемочной сети при помощи транспортира и линейки, либо построение их по координатам, определенным аналитически, в прямоугольной системе. При графическом построении крупных съемочных сетей ошибка построения «накапливается», достигая 5—10%. Это снижает точность топоматериалов. Ошибка построения может на порядок превысить ошибку измерений. Поэтому пересчет данных в системе прямоугольных координат и желателен при обычных магнитных съемках и необходим при съемках высокой точности.

Положение в пространстве каждой точки съемочной сети определяется двумя плановыми координатами — X и Y и отметкой H . Методика этого пересчета описана в учебниках по геодезии. Использование для этой цели тригонометрических таблиц и таблиц приращения координат сопряжено с огромным количеством арифметических вычислений и в варианте ручного расчета не может быть рекомендовано. Весьма перспективно использование ЭВМ при обработке материалов топосъемки пещер. Московской комиссией спелеотуризма составлена программа обработки результатов топосъемки

пещер на ЭВМ типа «Мир» [1]. Однако данный способ обработки материалов связан с использованием стационарных ЭВМ.

В зарубежной литературе описан опыт работы с программируемыми микрокалькуляторами, которые благодаря их малым размерам и весу можно применять в экспедиции [4]. Упаковка в прозрачный пластиковый мешок исключает попадание влаги и грязи в микрокалькулятор, но позволяет управлять его работой и снимать показания сквозь защитную пленку в условиях пещеры. В таких случаях обработка материалов топосъемки проводится в процессе исследования и все сомнительные результаты проверяются сразу же.

Использование программируемых микрокалькуляторов с автономным питанием: Электроника БЗ-21, Электроника БЗ-34, Электроника МК-56 — значительно повышает качество и скорость проведения топосъемки. В связи с ограниченным количеством ячеек программной и оперативной памяти этих микро-ЭВМ в полном объеме не может реализоваться алгоритм расчета, разработанный для стационарных

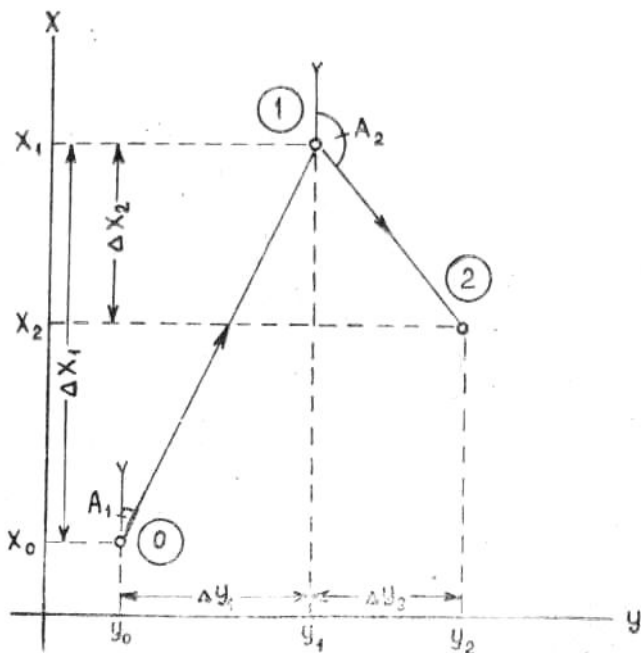


Рис. 1. Схема расчета координат точек магистральной съемочной сети

ЭВМ. Однако на них в автоматическом режиме можно вести расчет координат точек съемочной сети.

При рекогносцировочном обследовании полости намечается магистральная съемочная сеть, состоящая из висячих или замкнутых (в зависимости от структуры пещеры) ходов, в точках которых производится высокоточная угломерная теодолитная съемка, оптическое или гидронивелирование и определение расстояния между точками. Эти измерения повторяются во избежание ошибок. Съемка галерей и ходов, отходящих от магистральных (далее они называются периферийными), осуществляется методами, точность которых соответствует четвертому градусу международной шкалы. Определяются азимут, угол наклона (или превышение) и длина линии между точками. Координаты точек в обоих случаях рассчитываются обычными геодезическими методами.

В карстолого-спелеологическом отряде Опытного предприятия Института геологических наук АН УССР разработаны программы расчета координат и высот точек съемочной сети по результатам подземной топосъемки для калькуляторов

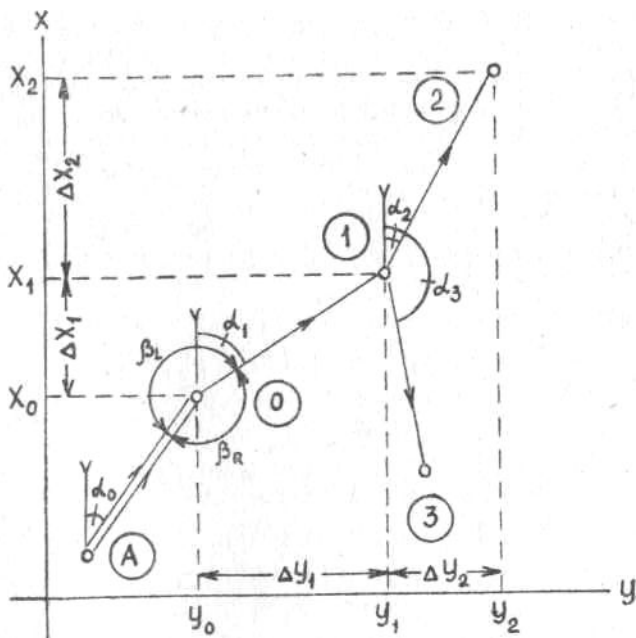


Рис. 2. Схема расчета координат точек периферийной съемочной сети

Электроника БЗ-21. Эти же программы можно использовать при обработке результатов топографических работ на поверхности.

Алгоритм для обработки материалов топосъемки магистральной съемочной сети включает следующие исходные данные: координаты (x_0) и (y_0) и высоту (H_0) исходной точки; дирекционный угол (α_0) исходной линии (при отсутствии геодезических реперов, закрепляющих ее, в качестве этой линии используется направление на север, $\alpha=0$); горизонтальный угол в вершинах углов хода — правый (β_R) или левый (β_L) по ходу; превышение (h_1) и длину линии (D_1) между точками. На основе данных последовательно вычисляются координаты (x_1) и (y_1), отметка (H_1) точек съемочного хода и дирекционные углы линий (α_1) (рис. 1).

Этот алгоритм применим для случая неразветвляющихся ходов. Разветвляющиеся ходы можно разделить на несколько участков, за начальную линию принимается общая для обоих ходов, за исходную — линия от предыдущей точки (рис. 1).

Алгоритм для расчета координат периферийной сети включает следующие исходные данные: координаты (x_0) и (y_0) и отметку (H_0) начальной точки съемки (используются точки опорной съемочной сети); азимут (A), который приводится к дирекционному углу (α) путем учета магнитного склонения и сближения меридианов; угол наклона (φ) или превышение (h); длину линии (D) между точками. По этим исходным данным вычисляются координаты (x_1) и (y_1), отметки (H_1) всех точек съемочного хода; проложение (δ) (между точками; суммарная длина хода ($\sum\delta$) (рис. 2).

Ниже приведены формулы, используемые при обработке результатов топосъемки.

А. Магистральные съемочные сети

$$\alpha_1 = \alpha_0 + 180 - \beta_R,$$

$$\alpha_1 = \alpha_0 - 180 + \beta_L,$$

$$\delta_1 = \sqrt{D^2 - h^2},$$

$$\Delta x_1 = \delta_1 \cdot \cos \alpha_1,$$

$$\Delta y_1 = \delta_1 \cdot \sin \alpha_1,$$

$$x_1 = x_0 + \Delta x_1,$$

$$y_1 = y_0 + \Delta y_1,$$

$$H_1 = H_0 + h,$$

где α_0 — дирекционный угол исходной линии,

α_1 — дирекционный угол линии хода,

β_R и β_L — соответственно правый и левый (по ходу) углы,

D_1 — длина линии между точками,

δ_1 — проложение,

h_1 — превышение,

Δx_1 ; Δy_1 — приращения координат по соответствующим осям, x , y , H — координаты и высота точек хода. Координаты и отметки следующих точек хода вычисляются аналогично.

Б. Периферийные съемочные сети

$$h = D \cdot \sin \varphi,$$

$$\delta = D \cdot \cos \varphi,$$

$$\delta = \sqrt{D^2 - h^2},$$

где D — длина линии,

δ — проложение,

h — превышение,

φ — угол наклона.

Приращения координат, а также координаты и высота точек определяются по приведенным формулам.

Эти формулы реализованы в программах 1—2 расчета координат и высот. Практическое использование программ несложно при освоении инструкции, прилагаемой к микрокалькулятору.

В описании приняты следующие обозначения:

→
вместо обозначения χ_u используется обозначение x_u ;

←
для операций поворота стека применяются обозначения P , и $P / \text{---} /$;

в круглые скобки заключены значения, вводимые операторам;

в квадратные скобки помещены результаты, выводимые на индикатор.

Программы набираются по столбцам. Для удобства чтения программы после префиксных клавиш P и F указаны индексы, соответствующие выполняемым операциям. При желании программу можно переписать, заменив в операциях с префиксными клавишами индексы возле клавиш на индексы на клавишах. После программы приведены контрольные примеры для проверки правильности набора программы и хода вычислений.

Расчет координат и высоты точек магистрального съемочного хода.

Ввод программы

В/О Fx² F√ 0 F2 Pπ P3 ↑ F3 C/П ↑ P
 P ↑ P7 ÷ ÷ — C/П C/П Psin F5 F8 PP
 PП P/—/ C/П ↑ ↑ /—/* Pcos F4 ↑ ++ В/О
 P8 P/—/ P/—/ Pπ ↑ ↑ + F7 P5 P6
 Fx² ↑ + x F3 F7 P4 x C/П C/П
 — 6 ↑ ↑ + x C/П ↑ F6
 * — P НОП при β₁

Ввод начальных данных

(180) P2 (α₀) P3 (x₀) P4 (y₀) P5 (H₀) P6

Ввод исходных данных

(β⁰₁) P, (β₁) P, (h₁) P, (D₁) В/О C/П [δ₁] C/П [α₁] C/П[Δx₁] C/П [x₁] C/П [Δy₁]
 C/П [y₁] C/П [H₁]

В регистры оперативной памяти вводятся значения дирекционного угла исходной линии в радианах, координат и высот — в метрах. В регистры стековой памяти вводятся последовательно значения угла (правого или левого в зависимости от введенной программы, однако требование односторонности угла должно выдерживаться постоянно) в градусах и минутах, длина линии и превышение — в метрах. Нажимая на клавишу C/П, получаем на индикаторе соответствующие линейные значения в метрах и величину дирекционного угла в радианах. После окончания расчета координат и высоты для одной точки вводят исходные значения для расчета следующей. Время расчета всех параметров для одной точки около 40 с.

Пример

α₀ = 174°13,8' = 3,0409; x₀ = 659,57 м; y₀ = 127,58 м; H₀ = 658,96 м.

β_p = 198°05,5' α₁ = 2,7251 = 156°08,2'

β₁ = 161°54,5' Δx₁ = —10,28 м x₁ = 649,29 м

h = —2,24 м Δy₁ = 4,55 м y₁ = 132,12 м

D = 11,46 м δ₁ = 11,24 м H₁ = 656,72 м

Расчет координат и высоты точек периферийной сети (по азимуту, углу наклона и длине линии)

Ввод программы

V/O C/П ↑ P5 x P6 F8 C/П ↑ ↑ P

P P8 F8 C/П P8 P/—/ x F7 F4 F2 PP

PP P/—/ x F7 C/П ПП ↑ Psin + ÷ B/O

ПП ↑ Pcos ↑ P8 F3 ↑ P4 ↑ C/П

P8 F5 ↑ F6 Pcos + F8 БП Pπ

Psin + F8 + ↑ P3 x PO x

Ввод начальных данных

(180) P2 (x_0) P3 (y_0) P4 (H_0) P5

Ввод исходных данных

(A₁) P, (φ_1) P, (D₁) C/П [H₁] C/П [δ_1] C/П [x_1] C/П [y_1]

Перед началом расчета хода регистр 6 оперативной памяти очищается путем последовательного нажатия клавиш O P6. В регистры стековой памяти последовательно вводятся значения азимута и угла наклона в градусах, длины линии — в метрах. В процессе расчета на индикатор выводятся значения координат и проложения в метрах. В регистре находится суммарная (по проложению) длина хода. После окончания «вычисления координат и высоты для одной точки вводятся исходные значения для расчета следующей. Время расчета всех параметров для одной точки около 35 с.

Пример

$x_0 = 42,48$ м; $A_1 = 196^\circ$; $x_1 = 38,45$ м; $\delta_1 = 4,20$ м;

$y_0 = 94,28$ м; $D_1 = 6,33$ м; $y_1 = 93,13$ м;

$H_0 = 32,96$ м; $\varphi_1 = 48,5^\circ$; $H_1 = 37,70$ м.

Эти программы были использованы при обработке результатов топосъемки повышенной ответственности (пещеры Гаурдакская, Арчери и Мозров и др.). В последнее время программа 2 применяется при обычных съемочных работах, проводимых Киевской комиссией спелеотуризма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Путешествия под землей. — М., 1981, —190 с.
2. Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР. — Ташкент, 1983. — 150 с.
3. Chabert C. De la precision des topographies//Spelunca.—1975.— N 8.
4. Young J. The programmable pocket calculator in cave surveying// BCRA. — 1978. — Y. 5, N 3.

БИОЛОГИЯ ПЕЩЕР И СПЕЛЕОМЕДИЦИНА

Н. И. Бурчак-Абрамович

Институт палеобиологии АН ГССР

РАЗВИТИЕ ПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ ОРНИТОФАУНЫ КAVKAZA И КРЫМА (ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ПО КОСТНЫМ МАТЕРИАЛАМ КАРСТОВЫХ ПЕЩЕР, ГРОТОВ И НАВЕСОВ)

Карстовые пещеры Кавказа и Крыма отличают большие скопления костей ископаемых позвоночных, значительная часть которых принадлежит млекопитающим. Большинство сведений о плейстоценовых птицах Кавказа и Крыма получено на основе анализа их костей, обнаруженных в карстовых пещерах.

Ископаемые птицы, подобно грызунам, являются индикаторами палеоэкологических условий окружающей природной среды, поэтому по ним можно судить о ландшафтах и климате времени их обитания. В ряде случаев ископаемые птицы, как «руководящие формы», могут иметь стратиграфическое значение. Так, ископаемые двупалые страусы рода *Struthio* были широко распространены в плиоцене и нижнем плейстоцене в степях юга СССР, Монголии и Китае. Они образовали ряд видов, сменявших друг друга во времени. Скорлупа яиц ископаемых страусов часто встречается в континентальных толщах их бывшего ареала. Скорлупа каждого вида страусов обладает макро- и микроструктурными особенностями, что делает ее хорошей «руководящей окаменелостью». Особенно богатое скопление костей и скорлупы яиц ископаемых среднеплиоценовых страусов находится в пещерах г. Одессы (Одесских катакомбах). На Кавказе в раннем голоцене известно 60 видов птиц, в плейстоцене — более 70, доплейстоцене — 13; в Крыму — соответственно 50, 82 и 8 видов. Ряд видов (кеклик, фазан, тетерев, клушица, альпийская галка, каменный воробей и некоторые другие), ныне обитающих на Кавказе в соответствующих биотипах, был распространен и в Крыму, но они вымерли судя по находкам в карстовых пещерах в переходный период между плейстоценом и голоценом. Белая и тундрная куропатки, населявшие Крым в палеолите (тундрная куропатка в слоях мустье пещеры Аджикава, белая куропатка в ряде пещер Крыма разного возраста), на Кавказе вообще не обитали. Сообщение о находке белой куропатки в слоях мадлена пещеры Гварджилас-Клдэ (Западная Грузия) было ошибочным. Все кости дикой курицы (*Gallus* sp.), населявшей Кавказ

и Крым в плейстоцене и раннем голоцене, обнаружены в карстовых пещерах.

Предположение о возможности обитания дикой курицы в Крыму возникло в 1937 г. (Тугаринов, 1937) благодаря находке единственной плюсны в слоях времени тарденуаз пещеры Киик-Коба. Однако исследователь, назвав ее *Gallus gallus*, отнес к виду домашней курицы, считая, что кость в древние слои попала случайно, ибо в палеолите курица еще не была приручена человеком. На Кавказе впервые дикая курица (*Gallus sp.*) была найдена в Западной Грузии, в слоях мадлен пещеры Гварджилас-Клдэ (Н. И. Бурчак-Абамович, 1964). Позже тем же исследователем дикая курица (*Gallus sp.*) была обнаружена в среднем ашеле пещеры Кударо 1 (Юго-Осетия), в позднем палеолите пещеры Мгвимеви (Грузия).

Существование дикой курицы в плейстоцене Кавказа и Крыма, а также Молдавии и Западной Украины позволяет предположить автохтонное происхождение домашних кур юга СССР сравнительно с дикими курами, возможно, дожившими здесь до неолита — времени начала одомашнивания дикой фауны. Об обитании тетерева в Крыму судят по находке в пещере Сюрень 1 (ориньяк) и некоторых других пещерных палеолитических стоянках. Тугаринов отмечает, что тетерев из пещеры Сюрень 1 в общем несколько мельче, чем современный. Кости эндемичного горного кавказского тетерева (*Lururus mlokosiewiczzi*) мельче костей северного тетерева-косача (*Lururus tetrrix*). В связи с этим возникает предположение, что ископаемый горный крымский тетерев принадлежит к виду *Lururus mlokosiewiczzi*, а не *Lururus tetrrix*. Кости горного кавказского тетерева впервые были найдены в мадлене пещеры Гварджилас-Клдэ, затем ряде других пещер Грузии, Краснодарского края, Армении (палеолит Ереванской пещеры).

О. Г. Бендукидзе

Институт палеобиологии АН ГССР

О КОСТНЫХ ОСТАТКАХ ЛОШАДЕЙ ИЗ ПЕЩЕР ЗАКАВКАЗЬЯ

В позднеплейстоценовых отложениях некоторых пещер Западной Грузии (Дзудзуана, Сагварджиле, Мгвимеви) часто встречаются остатки крупной по габитусу и зубам, имеющим среднескладчатую эмаль, лошади, которую исходя из особенностей узора поверхностей стирания зубов следует

отнести к группе лошадей *gemagensis-latipes*, широко распространенных в конце среднего и позднем плейстоцене в Западной и Восточной Европе.

Для позднего плейстоцена Восточного Закавказья (Зуртакети, Эдзани) характерен иной тип лошади (мелкозубая, со сравнительно тонкой, средней по степени складчатости эмалью зубов, небольшим телом), имеющей сходство со среднеплейстоценовыми лошадьми *missichosaricus*. Лошадь Восточного Закавказья, по-видимому, представляет собой особый подвид, для которого мы предлагаем название *Equus caballus zurtakensis ssp. nov.*

Диагноз. Нижние зубы относительно мелкие (длина ряда премоляров 93,2 мм). Эмаль их сравнительно тонкая. Двойная петля кабаллоидная, дно внутренней долилки двойной петли на начальной стадии стирания образует острый угол. Передняя внутренняя долилка часто без признаков двурогости. Ее задний отдел бывает вытянут назад. Передний отдел задней внутренней долилки отогнут к наружной стороне. Из-за этого шейка метастилида нередко расширена и оформлена нечетко.

Голотип. Левые P₂, P₃, M₁, принадлежащие одной особи, остатки которой найдены в Зуртакетской стоянке (Южная Грузия, финальный плейстоцен), изображены на рис. в работе Н. И. Бурчак-Абрамовича и О. Г. Бендукидзе «Фауна эпипалеолитической стоянки Зуртакети» (Сообщ. АН ГССР. — 1969. — Т. 55, № 3).

УДК 612.1+612.46:613.12:551.44

В. А. Кабашинок, К. И. Коробка, А. В. Бобылев

Черновицкий медицинский институт

ВЛИЯНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПЕЩЕРЫ ЗОЛУШКА НА ГЕМОДИНАМИКУ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОЧЕК

Анализ жизнедеятельности организма человека в карстовых полостях представляет большой интерес. Такие исследования, с одной стороны, способствуют решению фундаментальных задач экологической физиологии человека, с другой — связаны с прикладной спелеологией, в том числе позволяют выявить возможности применения спелеотерапии. Однако изучение влияния экстремальных факторов, действующих под землей, на организм человека недостаточно [1—4, 7]. Поэтому мы исследовали состояние сердечнососудистой системы и деятельность почек, играющих существенную

роль в сохранении постоянной внутренней среды организма у спелеологов во время осуществления топоъемки в пещере Золушка (Подольско-Буковинская карстовая область).

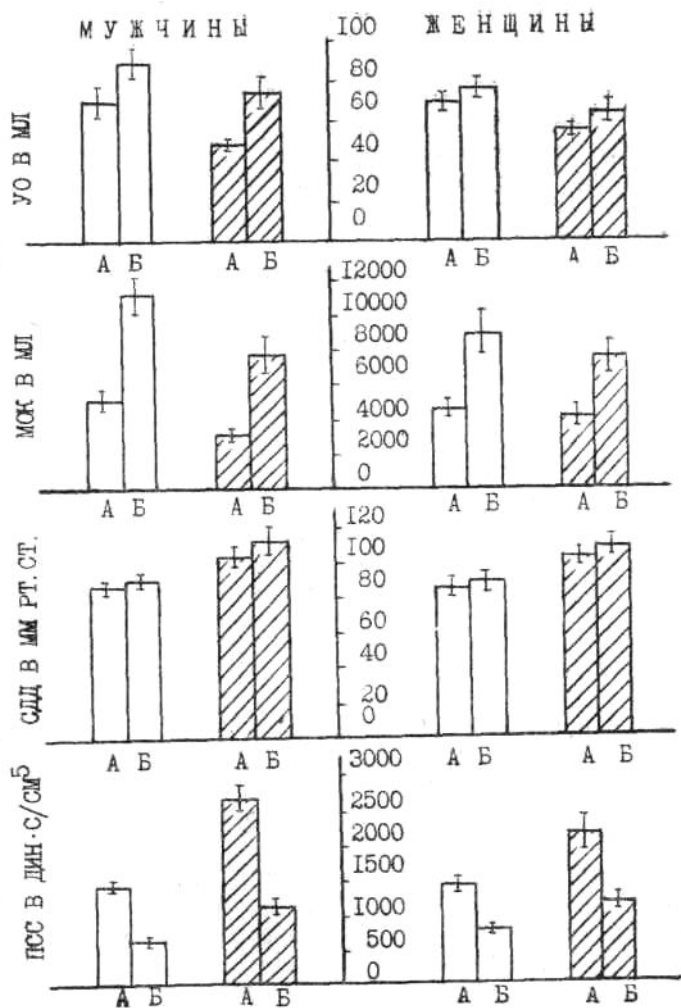


Рис. 1. Показатели гемодинамики в состоянии покоя (А) и при нагрузке (Б). Белые столбики — контрольное исследование, заштрихованные — исследование в пещере. УО — ударный объем сердца, МОК — минутный объем кровообращения, СДД — среднединамическое давление, ПСС — периферическое сопротивление сосудов

Наблюдению подверглись 26 мужчин и 18 женщин, которые за 12 ч до выполнения работы переводились на дозированный водно-солевой режим. У спелеологов регистрировали частоту пульса, показатели артериального давления в состоянии покоя и при физической нагрузке (проба Мартинэ-Кушелевского) — после 4 ч топографической съемки в различных частях пещеры. На основании этих данных рассчитывали гемодинамические показатели: ударный объем сердца (УО), минутный объем кровообращения (МОК), среднединамическое давление (СДД), периферическое сопротивление сосудов (ПСС) [6]. У мужчин каждые 2 ч собирали мочу (2 порции), регистрируя объем, pH, наличие белка и глюкозы с помощью индикаторов. В стационарных условиях изучали концентрацию в моче креатинина, натрия, титруемых кислот и аммония [11] с последующим расчетом их выведения почками на $1,73 \text{ м}^2$ поверхности тела [14]. Отмечалось наличие или отсутствие неприятных субъективных симптомов у лиц, работавших в различных участках пещеры, а также определялось количество эритроцитов и гемоглобина в периферической крови. Контролем служили аналогичные (исследования, проводимые на поверхности непосредственно перед спелеороботами.

Изучение факторов внешней среды в пещере Золушка общепринятыми методами позволило отнести к экстремальным следующие из них: низкую температуру и высокую относительную влажность, увеличение концентрации CO_2 во вдыхаемом воздухе, которая колеблется от 00,9 до 4,45% [5]. Отмечается также снижение концентрации кислорода до 12,74%. Показатели атмосферного давления и концентрации азота в воздухе мало отличаются от величин, определенных у входа в пещеру.

Таким образом, наибольшие изменения по мере продвижения вглубь пещеры претерпевает состав газовой среды, характеризующийся возрастанием концентрации углекислого газа.

Данные, полученные при изучении состояния сердечнососудистой системы, отражены на рис. 1. В покое у мужчин наблюдали уменьшение количества сердечных сокращений, в то время как у женщин — их учащение. При нагрузке у всех развивалось сердцебиение. Систолическое и диастолическое давление под землей возрастало, однако после нагрузки отмечали наряду с повышением систолического давления снижение диастолического у мужчин при неизменности его у женщин. Значительно увеличилось СДД, причем в основном за счет повышения диастолического давления. В пещере значительно уменьшался ударный объем сердца в состоянии

Характеристика микроклимата пещеры Золушка

Место измерения	Атм. давление, гПа	Температура, °С	Относ. влажн-ость, %	Газовый состав воздуха, %		
				O ₂	N ₂	CO ₂
Вход в пещеру	1015,80	16,0	71,0	20,22	79,34	0,04
Привходовая часть	1016,12	11,3	98,5	—	—	0,25
Зал Черновицких спелеологов	1016,12	11,1	99,8	18,81	80,07	1,00
Галерея Анаконда	1016,40	10,8	100,0	18,16	79,73	2,50
Озеро Спелунка	1016,40	10,8	98,8	—	—	3,00

покая у мужчин. При нагрузке, несмотря на большее увеличение его по сравнению с показателями контрольного исследования, УО все же не достигал величин, регистрируемых на поверхности. Еще большие изменения претерпевал

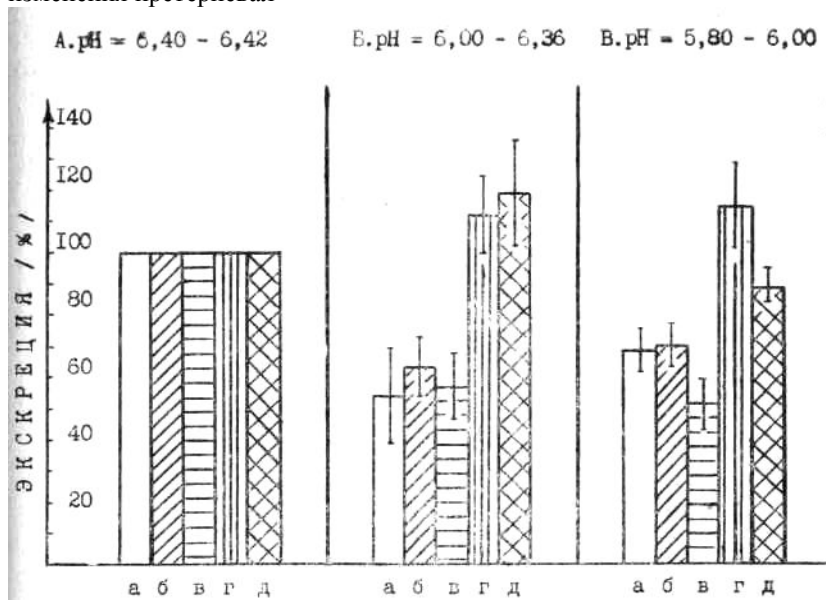


Рис. 2. Показатели деятельности почек в контроле и при выполнении спелеоработ. А — контроль, Б — анализ 1-й порции мочи (в пещере), В — анализ 2-й порции; а — выведение с мочой креатинина, б — воды, в — натрия, г — титруемых кислот, д — аммония

МОК; прирост его при нагрузке был намного ниже, чем при контроле. ПСС в состоянии покоя увеличивалось, при нагрузке — резко уменьшалось, но в меньшей степени, чем при контроле. Аналогичная направленность изменений гемодинамики характерна для организма женщин.

Ведущим фактором, определявшим перечисленные сдвиги, являлось повышенное содержание CO_2 во вдыхаемом воздухе. Две группы женщин работали при различных концентрациях углекислого газа (0,25—0,30 и 1,80—2,75%). В условиях небольшого повышения содержания CO_2 происходит уменьшение прироста УО при нагрузке, а в условиях выраженной гиперкапнии наблюдается значительно больший прирост по сравнению с контролем. При концентрации углекислого газа 1,80—2,75% обнаруживалась отчетливо тенденция к уменьшению частоты пульса. При небольшом увеличении содержания CO_2 во вдыхаемом воздухе учащались сердечные сокращения. Сопоставление полученных данных с показателями минутного объема кровообращения показало, что повышение МОК при нагрузке в условиях незначительного увеличения концентрации CO_2 происходило за счет учащения сердечных сокращений, а при высоких концентрациях углекислоты — благодаря росту ударного объема. Второй тип реакции наблюдали также у мужчин, находившихся в зоне выраженной гиперкапнии.

Результаты исследования деятельности почек (рис. 2) свидетельствуют о задержке ионов натрия и воды в организме по мере увеличения продолжительности пребывания под землей. Это обусловлено резким снижением уровня фильтрации, о которой судят по выведению креатинина почками и более интенсивному обратному всасыванию натрия и воды в почечных канальцах. Об этом свидетельствует более выраженное снижение выделения с мочой натрия (в 1-й порции — 56%, 2-й — 51%), чем креатинина (60 и 74%), по отношению к контрольным показателям. В первые два часа уменьшение объема мочи было вызвано снижением уровня фильтрации в почечных клубочках, во 2-й порции оно было выражено еще больше, что указывает на усиление обратного всасывания воды в канальцах. Изменение этих почечных процессов обусловило задержку воды и натрия в организме. Изучение кислотовыделительной функции почек показало, что по мере увеличения продолжительности пребывания в условиях повышенного содержания углекислоты и снижения уровня кислорода развивается газовый и, возможно, метаболический ацидоз. Он компенсируется усилением секреции ионов водорода в канальцах почек (рН мочи 5,8—6,0) и повышением содержания в моче титруемых кислот и

аммиака. У трети исследуемых лиц после четырех часов пребывания в пещере в моче были обнаружены следы белка. Глюкоза же в ней отсутствовала. В периферической крови уменьшилось количество эритроцитов и гемоглобина при неизменном цветовом показателе.

Опрос лиц, проработавших в пещере 3 ч, показал, что у 50% спелеологов, находившихся в условиях высокой концентрации углекислого газа, отмечались быстрая утомляемость, сонливость, жажда. Кроме того, были зафиксированы

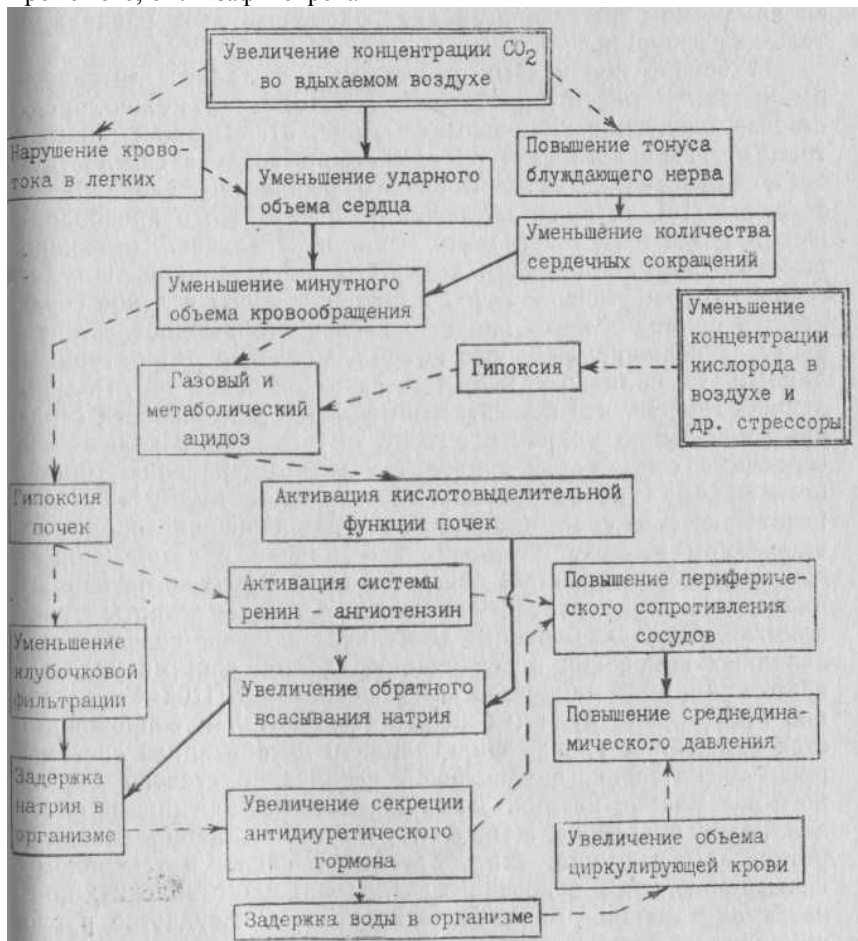


Рис. 3. Механизм реакции среда — организм в пещере Золушка

нарушение восприятия, расстройство внимания, раздражительность, появление ошибок в работе, нарушение координации движений.

Полученные данные позволяют предположить, что изменения деятельности различных систем организма носят в описанных условиях неслучайный характер. Наиболее мощным экстремальным фактором, действующим в пещере Золушка, является изменение газового состава воздуха. Различная реакция на нагрузку со стороны сердечнососудистой системы в зависимости от концентрации углекислоты во вдыхаемом воздухе позволяет расценить этот раздражитель как ведущий.

На основе полученных результатов и данных литературы механизм развития выявленных изменений можно представить следующим образом (см. рис. 3). Высокая концентрация углекислого газа во вдыхаемом воздухе способствует возникновению патологического рефлекса Эйлера-Лильестранда [13], который заключается в том, что в кровообращении перестают участвовать капилляры альвеол, имеющие высокое содержание CO_2 . В результате возникновения легочного блока уменьшается поступление крови в левое сердце, что приводит к сокращению сердечного выброса, влияющему на величину ударного объема. Согласно литературным данным [12] наличие углекислого газа повышает тонус блуждающего нерва, что вызывает замедление деятельности сердца. Уменьшение ударного объема и снижение количества сердечных сокращений приводят к резкому падению минутного объема кровообращения. Уменьшение МОК, а также некоторое снижение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе обуславливают наряду с газовым ацидозом метаболический. В связи с этим у спелеологов наблюдались снижение работоспособности, утрата остроты восприятия и др. Особенности деятельности почек на фоне выявленных изменений в сердечнососудистой системе укладываются в рамки общеизвестных механизмов [10]. Уменьшение МОК приводит к гипоксии почек, которая сопровождается снижением уровня фильтрации и активизацией системы ренин-ангиотензин, вызывающей увеличение степени обратного всасывания натрия. Задержка натрия в организме обуславливает появление жажды и усиление секреции антидиуретического гормона, способствующего более интенсивному всасыванию воды в почечных канальцах и ослаблению процесса образования мочи. Возврат воды в сосудистое русло приводит к увеличению объема циркулирующей крови, о чем косвенно свидетельствует уменьшение количества эритроцитов и степени концентрации гемоглобина. Эти изменения

деятельности почек носят приспособительный характер. Активизация системы ренин-ангиотензин и усиление секреции антидиуретического гормона способствуют увеличению периферического сопротивления сосудов. Повышение сосудистого тонуса на периферии и увеличение объема циркулирующей крови вызывают повышение среднединамического давления [8]. Усиление кислотовыделительной функции почек также является защитной реакцией организма, позволяющей компенсировать сдвиг в сторону ацидоза. Однако, хотя в организме и срабатывают адаптивные механизмы, более длительное пребывание спелеологов в районах с повышенной концентрацией углекислоты, по-видимому, может привести к развитию некомпенсированного ацидоза.

Полученные результаты указывают на необходимость дальнейшего изучения ответных реакций организма в экстремальных условиях с целью выявления путей адаптации к действию необычных раздражителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбенко П. П. Микроклиматические особенности спелеотерапевтических стационаров//Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве: Тез. докл. Кунгур. науч.-техн. конф. — Пермь, 1981. — С. 101—102.
2. Горбенко П. П., Апостолов В. В. Состояние спелеотерапии в СССР//Пещеры. — Пермь, 1976. — Вып. 16.
3. Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины. — Киев, 1980.
4. Катинас Г. С, Моисеева Н. И. Биологические ритмы и их адаптационная динамика//Экологическая физиология человека. — Л., 1980. — Ч. 2.— С. 468—516.
5. Климчук А. Б., Яблокова Н. Л., Ольштынский С. П. Формирование газового состава воздуха карстовых пещер Подолии и Буковины//Докл. АН УССР. Сер. Б. — 1984. — № 2.
6. Лихницкая И. И. Оценка состояния функциональных систем при определении трудоспособности. — Л., 1982.
7. Максимов С. Д. Влияние микроклимата Солотвинских соляных шахт на легочное дыхание у больных бронхиальной астмой: Автореф. дис... канд. мед. наук. — Ужгород, 1975.
8. Мерзон А. К. Гемодинамика и функция почек при сердечной недостаточности: Автореф. дис... докт. мед. наук. — Донецк, 1965.
9. Методические рекомендации по оценке физической работоспособности моряков. — Одесса, 1981.
10. Наточин Ю. В. Основы физиологии почки. — Л., 1982.
11. Рябов С. И., Наточин Ю. В., Бондаренко Б. Б. Диагностика болезней почек. — Л., 1979.
12. Сулимо-Самуйлло З. К. Гиперкапния и гипокапния//Экологическая физиология человека. — М., 1979. — Ч. I. — С. 454—494.
13. Цыбуляк Г. Н. Реаниматология. — М., 1976.
14. Шюк О. Функциональные исследования почек. — Прага, 1981.

*П. П. Горбенко, Ю. М. Симйонка, В. П. Горбенко,
В. М. Горбачев, В. В. Апостолок*
Отдел спелеомедицины ВИКС

РЕЗУЛЬТАТЫ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ДЛИТЕЛЬНОМУ ПРЕБЫВАНИЮ СПЕЛЕОЛОГОВ В КАРСТОВЫХ ПЕЩЕРАХ ПОДОЛИИ

В связи со значительным ростом количества спелеологических исследований одним из актуальных направлений спелеомедицины является изучение проблем экологической взаимосвязи «человек—подземная среда». Большое теоретическое и прикладное значение имеет разработка вопроса о влиянии среды пещер на организм человека при длительном пребывании в подземных условиях.

Целью настоящего исследования было изучение жизнедеятельности спелеологов в процессе длительного изолированного одиночного и группового пребывания в карстовых пещерах Подолии (Тернопольская область УССР). Первые в СССР эксперименты подобного рода проведены нами во время медико-биологических экспедиций лаборатории спелеомедицины в карстовые пещеры Кристальная и Голубые озера в 1972—1978 гг. Испытуемым как при одиночных, так и при групповых экспериментах были созданы необходимые условия жизнеобеспечения, технического оснащения и полной изоляции от поверхности. Находившиеся в пещерах сотрудники лаборатории спелеомедицины осуществляли в течение 30 суток медико-биологические, спелеологические и микроклиматические исследования.

Пещеры Кристальная и Голубые озера имеют следующие параметры: температура воздуха 9,2—10,9 °С, относительная влажность 93—99%, скорость движения воздуха 0,06—0,16 м/с, содержание углекислого газа 0,05—0,24 об. %.

Проведенные исследования позволили выявить следующие закономерности. В течение первых 48 часов пребывания в пещере отмечено снижение максимального и минимального артериального давления, появление тенденции к асинхронным изменениям тонуса симпатической и парасимпатической нервной системы. На 3—4-е сутки отмечалось ухудшение настроения и аппетита, появлялась сонливость. В первые трое суток в периферической крови наблюдалось увеличение в 5,5 раза (с 2 до 11 %) количества палочкоядерных нейтрофилов, в 6—7 — величины ядерного сдвига нейтрофилов, в 1,5—2 — лейкоцитарного индекса Кальф-Калиф и в 2—3 — нейтрофил/лимфоцитарного индекса. В крови появлялась токсическая зернистость нейтрофилов, до 9—10%

понижалось содержание лимфоцитов, уменьшалось время свертывания крови, снижалась величина гемокрита и повышалось количество гемоглобина.

Нормализация клинико-функциональных и лабораторных показателей наблюдалась к 11—12-м суткам. На 17—19-е сутки пребывания в пещерах снова было отмечено ухудшение клинико-лабораторных показателей, а к 23—24-м суткам — их нормализация. Следует заметить, что на 17—19-е сутки в моче появлялись следы белка, повышался ее удельный вес и увеличивалось количество осадка за счет солей и форменных элементов. К концу экспериментов наблюдалось некоторое снижение максимального и минимального артериального давления, температуры тела.

Исследования дали возможность установить выраженное влияние среды пещер на организм человека, определенную стадийность течения процесса адаптации и возникновение напряженности адаптационно-защитных механизмов организма.

П. П. Горбенко, Ю. С. Аликин, В. П. Горбенко

Отдел спелеомедицины ВИКС

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ПЕЩЕР НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

В последнее время внимание врачей и физиологов привлекает изучение влияния экстремальных факторов подземной среды на организм человека. Наиболее выраженное экстремальное воздействие отмечается при прохождении глубоких пещер, расположенных в средне- и высокогорной зоне, таких как система им. Илюхина, Куйбышевская, Киевская, Снежная и др.

Начиная с 1966 г. нами проведена серия экспериментов по исследованию влияния среды пещер на организм человека во время одиночного и группового пребывания под землей продолжительностью от 1 до 30 дней. К экстремальным факторам пещер мы относим изоляцию и пребывание в условиях замкнутой среды обитания, отсутствие солнечной радиации, смены дня и ночи, внешних временных датчиков, темноту и тишину, постоянство параметров микроклимата, низкую температуру 0—5°C, высокую относительную и низкую абсолютную влажность воздуха, пониженное парциальное давление кислорода, а также значительные психические и физические нагрузки.

Воздействие перечисленных факторов вызывает целый

комплекс физиологических, а в ряде случаев патологических изменений в организме, которые можно разделить на 4 группы:

1. Биоритмологические нарушения. Отсутствие внешних временных датчиков (хроноизоляция) в сочетании с искусственным структурированием периодов сна и бодрствования может нарушить работу «биологических часов» в организме.

2. Климатическая депривация. Отсутствие суточных колебаний температуры, влажности воздуха, а также других параметров микроклимата при длительном пребывании под землей может вызвать состояние детренированности организма.

3. Сенсорная депривация. Отсутствие смены дня и ночи, постоянная темнота и тишина, отсутствие привычных зрительных и слуховых раздражителей изменяют работу зрительного и слухового анализатора. Обеднение зрительной и слуховой афферентации приводит к развитию напряжения в центральной нервной системе, вплоть до возникновения галлюцинаций.

4. Значительное воздействие холода, гипоксия, выраженная физическая и психическая нагрузка в сочетании с биоритмологическими нарушениями, климатической и сенсорной депривацией вызывают в организме человека напряжение и перенапряжение адаптационно-защитных процессов, которое может трактоваться как хронический или острый стресс.

Сказанное определяет необходимость дальнейшего изучения различных сторон воздействия подземной среды на организм человека, разработки мер профилактики возможных нарушений жизнедеятельности и оптимального режима труда и отдыха под землей.

В ИНСТИТУТЕ КАРСТОВЕДЕНИЯ И СПЕЛЕОЛОГИИ

НА СЕМИНАРЕ «ПРОБЛЕМЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ И КАРСТА»

27—28 ноября 1984 г. в г. Перми состоялся юбилейный научно-технический семинар «Проблемы гидрогеологии и карста», посвященный 50-летию кафедры динамической геологии и гидрогеологии Пермского университета. Организацию и проведение семинара осуществляли Комиссия по карсту и спелеологии АН СССР, Всесоюзный институт карстования и спелеологии, Пермский университет, комитет геологических проблем Пермского областного совета НТО.

В работе семинара приняли участие 144 специалиста из 3 союзных республик (РСФСР, Украина, Узбекистан), 4 автономных республик (Башкирия, Татария, Удмуртия, Коми), 24 городов Советского Союза. Было представлено 8 вузов, 34 производственных и проектных, 16 научно-исследовательских и академических организаций. К началу семинара были опубликованы тезисы докладов объемом 5,5 печатных листов.

Было заслушано и обсуждено 79 докладов по следующей тематике: «Роль кафедры динамической геологии и гидрогеологии Пермского университета в развитии наук о Земле», «Гидрогеология и гидрохимия», «Карстование», «Геодинамические процессы», «Охрана окружающей среды». В докладах освещалось состояние изученности теоретических, методических, прикладных и региональных вопросов гидрогеологии, карстования, геодинамики, охраны природы; отмечалась роль кафедры в организации изучения карста и пещер.

В 1947 г. по инициативе Г. А. Максимовича Пермский университет провел первую всесоюзную карстовую конференцию, которая определила дальнейшее развитие карстования в СССР. С 1947 г. Г. А. Максимович впервые в стране стал читать спецкурс «Карстование», в котором рассматривал вопросы типизации, классификации и морфологии карста.

18 ноября 1964 г. на базе кафедры и секции геоморфологии и подземных вод Пермского отдела Географического общества СССР был организован на общественных началах Институт карстования и спелеологии, который объединил специалистов, работающих в области карстования и научной спелеологии, и стал координировать исследования по карсту на территории СССР.

На семинаре отмечалось, что основными задачами в области карстования на современном этапе следует считать

1) разработку комплексной оценки закарстованных территорий, единого руководства и нормативных документов по методике изысканий в карстовых районах для различных видов строительства, водоснабжения, поисков полезных ископаемых с целью более глубокого обоснования проектов и снижения непроизводительных затрат;

2) теоретическое изучение и практическое использование эффективных методов лабораторной и натурной оценки растворимости карстующихся пород под влиянием природных и техногенных водных растворов;

3) исследование и оценку глубинной закарстованности территорий с целью решения общегеологических, гидрогеологических вопросов и поисков полезных ископаемых.

В области гидрогеологии основными задачами являются

1) разработка теории и методов повышения информативности гидрогеологических карт;

2) создание теории возникновения, методики картирования, поисков и разведки водообильных зон;

3) дальнейшая разработка теории формирования подземных вод (их ресурсов и химического состава).

В области изучения экзогенных геодинамических процессов важнейшим представляется

1) детальный анализ условий и факторов, определяющих их развитие и активизацию;

2) выявление региональных особенностей и закономерностей проявления этих процессов с целью составления соответствующих карт;

3) разработка комплексных методов моделирования и прогнозирования активизации процессов.

В области охраны основными задачами выступают

1) детальная разработка основ природоохранительного районирования с целью сохранения уникальных памятников природы — пещер и других карстовых объектов, а также предотвращения загрязнения водных ресурсов при строительстве и эксплуатации различных сооружений;

2) совершенствование мер борьбы с карстовыми и другими экзогенными процессами и дальнейшее проведение защитных инженерных мероприятий по обеспечению нормального функционирования промышленных и гражданских сооружений, совершенствование форм управления процессом.

Л. А. Шимановский, И. И. Минькевич

СПАСТИ БАЛАМУТОВСКУЮ ПЕЩЕРУ

Баламутовская пещера получила известность благодаря наскальным рисункам человека эпохи мезолита (11—8 тыс. до н. э.), обнаруженным во входном гроте в 1951 г. А. П. Чернышом. Она находится на северо-восточной окраине с. Баламутовка Заставновского района Черновицкой области УССР. Вход в нее размещен в мысоподобном уступе верхней крутой части правого склона каньонообразной долины р. Днестр в виде арочного отверстия высотой до 4 м и шириной до 6 м. Полость заложена в трещиноватых крупнокристаллических гипсах верхнего тортона (бадения), подстилаемых серовато-белыми мелкозернистыми кварцевыми песками.

Пещера представляет собой полость бровки гипсового уступа долины, т. е. относится к днестровскому каналовому типу. Такие полости начинаются карстовыми воронками, имеющими иногда зияющие поноры, в тальвегах, расчлениющих бровку каньона балок; они сопровождаются, как правило, постоянно возникающими оползнями.

Проточные воды промывают коррозионно-эрозионные коллекторы подземного стока в гипсо-ангидридах по простиранию тектонических трещин и трещин бортового отпора. При выходе на поверхность в мысоподобных обрывах склона полости расширяются до относительно крупных гротов, дальнейшее развитие которых определяется денудационно-гравитационными процессами.

Грот Баламутовской пещеры имеет большие размеры (12×8×8 м), что, по-видимому, и привлекало в него с ритуальными целями человека эпохи мезолита. Дно усеяно глыбами гипса, обвалившимися и отслоившимися от стен и потолка, осложнено тальвегом временного транзитного ручья из полости. Среди крупных глыб задней части грота в 1979 г. найден проход в коридорную полость шириной 1—3 м и высотой от 0,5 до 1,5 м, дно которой покрыто пещерным аллювием. Обследовано 250 м коридора до разветвления.

На стенах пещеры обнаружены антропоморфные, зооморфные и линейные рисунки, а также нарезные линии на потолке. Рисунки выполнены сажей и покрыты тонкой корочкой мелкокристаллического гипса. По мнению А. П. Черныша, эти рисунки уникальны. В настоящее время пещера взята под охрану государством в качестве заповедного историко-геологического объекта республиканского значения.

Отсутствие заградительной решетки у входа в пещеру и приобретение известности привело к тому, что наскальные рисунки сильно повреждены неорганизованными посетителями. Часть их исчезла вследствие обрушения участков стен и потолка. При обследовании грота А. П. Чернышом в июле 1985 г. удалось обнаружить отдельные фрагменты.

В настоящее время по настоянию черновицкого спелеоклуба «Троглодит» вход в грот огражден металлической сеткой, разработан эскиз художественного заграждения. Однако сложившаяся ситуация требует незамедлительной установки заграждения, изыскания возможностей и средств крепления потолка и стен, реставрации рисунков.

В дальнейшем грот как интересный и ценный историко-геологический объект может быть использован для регламентируемого посещения и включен в плановые туристские маршруты.

В. П. Коржик, И. И. Минькевич

СУДЬБА СОЛЬ-ИЛЕЦКИХ ПЕЩЕР-ЛЕДНИКОВ

Гипсовая гора на юго-восточной окраине города Соль-Илецка с ее антропогенными пещерами-ледниками получила широкую известность после работ П. Палласа (1773), Р. Мурчисона и его спутников (1847), Ю. Листова (1885). Ученые середины прошлого века пытались объяснить происхождение холода в недрах горы. Ближе других к решению этой задачи подошел Ю. Листов, предложивший после длительных наблюдений в Соль-илецких пещерах теорию охлаждения горных пород тягой воздуха в зимнее время. В дальнейшем пещеры-ледники подверглись разрушению в связи с разработкой гипсов. В декабре 1956 г. мы обследовали две сохранившиеся пещеры на западном склоне горы. Гипсовый останец над соляным куполом, названный Гипсовой горой, имел размеры в плане 400×150 м, при высоте 36 м он возвышался над степной равниной. В зимнюю стужу над его вершиной поднимались столбы морозного тумана, а летом из трещин и глыбовых осыпей тянуло холодом.

Пещеры-ледники представляли собой полуподземные помещения в устьях дующих трещин и глыбовых осыпях. В первой половине XX в. десяток пещер обеспечивал потребности их хозяев, а также местного рынка, расположенного в 150 м к западу от Гипсовой горы. Степняки-скотоводы арендовали пещеры для временного хранения и холодной обработки туш, подвешиваемых на крюках к балкам перекрытия. Карьер, уничтоживший все пещеры-ледники и заброшенный в 1978 г., захватил южный край горы шириной до 50—70 м. Гипсы, обнажающиеся в уступе, погружаются к северу под толщу песков, что не позволяет обнаружить открытых трещин и полостей. Следовательно, активный воздухообмен и температурные аномалии были характерны для узкой склоновой части горы.

Гипсовая гора с ее пещерами-ледниками являлась природной достопримечательностью Соль-Илецка, излюбленным местом отдыха и туристским объектом. Нельзя поэтому считать оправданным разрушение этого памятника природы, особенно западной, высокой части горы.

В. С. Лукин

НОВОСТИ СПЕЛЕОЛОГИИ

СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ В СССР В 1985 ГОДУ

Многочисленные экспедиции, проведенные в 1985 г. в разных районах страны, принесли целый ряд значительных открытий.

В начале года были открыты и картированы новые крупные участки в пещерах хребта Кугитанг (юго-восток Туркмении). В результате работы московских спелеологов протяженность пещеры Кап-Кутан увеличилась до 17 км (при амплитуде 200 м), пещеры Промежуточной — до 18,5 (амплитуда 170 м). Кроме того, до 6100 м увеличена протяженность пещеры Хашим-Ойик, до 4200 м — Геофизической, до 3500 м — Таш-Юрак. Имеются перспективы дальнейшего увеличения параметров и объединения этих пещер.

Севастопольские спелеологи обследовали шахту Нахимовскую (Крым) до сифона на глубине 372 м. На Западном Кавказе исследовались преимущественно Бзыбский хребет и массив Арабика. На Бзыбском хребте в шахте Меженного московские спелеологи изучили верховья нескольких подземных ручьев, составляющих подземную реку шахты Снежная. Есть перспективы обнаружения более высоких входов в систему Снежная-Меженного. Летом близ вершины Дзышра спелеологи МГУ открыли три шахты глубиной более 180 м, одна из которых достигает глубины 300 м. В западной части массива были предприняты две безуспешные попытки прохождения завала на дне шахты Форельная (—740 м) — московской и урало-сибирской экспедициями.

В шахте Студенческая красноярские спелеологи обследовали новую ветвь до глубины 300 м. Томскими спелеологами увеличена глубина до 200 м шахты Графский провал. В шахте В. Пантюхина (—650 м) украинско-пермской экспедицией была изучена 300-метровая галерея после прохождения 2-метрового грязевого сифона.

Наиболее успешными оказались экспедиции на массиве Арабика. Минскими спелеологами обследована шахта МН-53 до глубины 220 м и открыта МН-73, пройденная до глубины 200 м. Московские группы работали в трех районах массива. В северном трого, в шахте Московской, имевшей глубину 220 м, обнаружен крупный поток, на глубине 400 м уходящий в колодец. В районе вершины Зонт изучены две крупные шахты: П-1/7 глубиной 330 м и П-1/9 — 260 м. Обе шахты отличаются узкими колодцами и щелями, и их прохождение потребовало значительных саперных работ.

В троговой долине Жове-Квара было продолжено исследование пещерной системы В. Илюхина (—950 м). В экспедиции приняли участие спелеологи из 8 городов. В ходе ее проводился специальный эксперимент с целью изучения адаптации организма к подземной среде. Глубина системы увеличилась до —970 м, протяженность — до 5 км. Повторное окрашивание подземного потока подтвердило его связь с источниками Холодная речка и Репроа, в которые разгружается и поток шахты Куйбышевской. Таким образом, амплитуда глубочайшей в мире системы карстового дренажа возросла до 2300 м.

Киевские спелеологи закончили обследование крупных шахт Арабики-Берчильской (—250 м), Гельгелукской (—170 м), а также продолжили прохождение шахты Куйбышевской (—740 м). С отметки — 800 м продолжаются крупные меандры, колодцы до 70 м глубиной и залы, осложненные двумя небольшими завалами. Прохождение прекращено ввиду недостатка снаряжения перед очередным колодцем. Спелеологи Красноярска

продолжали подводные исследования в шахте Юбилейной (—225 м) на северо-востоке массива. Третий сифон был пройден на 130 м до сужения (П. Миненков). Окрашивание вод шахты позволило определить связь с пещерой-источником Гегский водопад. П. Миненковым было также совершено погружение в боковом сифоне Диаклаз пещеры Гегская, он пройден на глубину 220 м (—55 м). Результаты исследований прошедшего сезона на массиве Арабика были рассмотрены и обобщены на очередном координационном совещании, которое состоялось 27 сентября в Киеве.

Спелеологи Адлера и Каунаса продолжили изучение ряда крупных горизонтальных пещер в массиве Трю (Северо-Западный Кавказ). В одной из них обнаружена стоянка палеолитического человека. Днепропетровские спелеологи увеличили протяженность пещеры Абсолютной с 2420 м до 4 км (глубина 317 м). Спелеологи Ростова продолжили изучение высокогорного плато Загедан на Северном Кавказе. Шахта Черкесская пройдена до сифона на —280 м, обследованы две новые полости глубиной 318 м (Ростовская) и 320 м. В Средней Азии на хребте Байсунтау уральскими спелеологами обнаружено несколько новых крупных полостей, одна из которых, пещера Фестивальная, исследована до глубины 300 м (протяженность 1,5 м).

А. Б. Климчук, В. Э. Киселев

ДЛИННЕЙШИЕ ПЕЩЕРЫ МИРА (на 1 января 1986 г.)

Название пещеры, страна	Протяженность, м
Флинт-Мамонтова (США)	484300
Оптимистическая (СССР)	157000
Хельлох (Швейцария)	150500
Джюэл (США)	115000
Озерная (СССР)	105300
Охо Гуаренья (Испания)	85000
Золушка (СССР)	80000
Зибенэнгсте (Швейцария)	72000
Фрайэс хоул (США)	68070
Тромба (Франция)	65500
Уинд (США)	64050
Оргэн (США)	59840
Альп (Франция)	55000
Дан де Кроль (Франция)	53800
Изгилл (Великобритания)	52400
Мамо Кэнэнда (Новая Гвинея)	51820
Гуа Аир Йернич (Клиэвотер) (Малайзия)	51600
Пурификасьон (Мексика)	51170
Фишер Ридж (США)	47370
Пьер сен Мартен (Франция-Испания)	47340
Камберлэнд (США)	45500
Ред дель Силенсио (Испания)	45000
Кревис (США)	43890
Ффиннон Дду (Великобритания)	43000

Айсризенвельт (Австрия)	42000
Фигьера-Коркия (Италия)	41000
Раухеркар (Австрия)	40268
Слоанс вэли (США)	39640
Дахштейнская Мамонтова (Австрия)	38185
Хоул (США)	36838
Ксенейду (США)	35480
Атеа Кэнэнда (Новая Гвинея)	34500
Калверсон крик (США)	33500
Хирлатцхёле (Австрия)	33250
Карлсбадская (США)	33200

В. Э. Киселев

ГЛУБОЧАЙШИЕ ПЕЩЕРЫ МИРА (на 1 января 1986 г.)

Название пещеры, страна	Глубина (амплитуда), м
Жан-Бернар (Франция)	1535 (—1494, +41)
Снежная (СССР)	—1370
Пьер сен Мартен (Франция — Испания)	—1342
Ильямина (Испания)	—1338
Траве (Испания)	—1256
Берже (Франция)	1248 (—1198,+50)
Уаутла (Мексика)	—1246
Шверсистем /Батманшахт/ (Австрия)	—1219
Фигьера-Коркия (Италия)	—1208
Дахштейнская Мамонтова (Австрия)	—1173
Юбилаумшахт (Австрия)	—1173
Сима 56 (Испания)	—1169
Шиту (Испания)	—1148
Бадалона (Испания)	—1105
Шнеелох (Австрия)	1101 (—969,+132)
Г. Е. С. Малага (Испания)	—1098
Ягербрунтрог (Австрия)	—1078
Мирольда (Франция)	—1030
Нита Нанта (Мексика)	—1026
Уриельо (Испания)	1022 (—1017, +5)
Ану Ифлис (Алжир)	—1007
Лампрехтзофен (Австрия)	1005 (—10,+995)
Тромба (Франция)	—1004
Киевская (СССР)	—990
Прета (Италия)	—985
Эгюий (Франция)	980 (—682,+298)
Куйбышевская (СССР)	—970
В. Илюхина (СССР)	—970

Напра (СССР)	—956
Бергер-Платтенек (Австрия)	—937
Камбу де Лиар (Франция)	—926
Монте Кукко (Италия)	922 (—803, +119)
Микеле Гортани (Италия)	—920
Туйя де Лие (Франция)	—917
Фойертал (Кашерлшахт) (Австрия)	—913

В. Э. Киселев

НОВЫЕ ДАННЫЕ О КРУПНЫХ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЯХ СССР

Комиссия крупных пещер Секции спелеологии при Научном совете по инженерной геологии и гидрогеологии АН СССР закончила подготовку Кадастра крупных пещер СССР, включающего описания полостей протяженностью более 500 м и амплитудой более 100 м. Таких полостей на 1.12.85 г. учтено 410. Кадастр состоит из четырех региональных томов и тома сводных статистических данных.

Комиссия крупных пещер Международного спелеологического союза (президент Клод Шабер, Франция) выпускает к IX Международному спелеологическому конгрессу (1986) Атлас крупнейших пещер и шахт мира. В нем представлены материалы по 10 полостям СССР (пещеры Оптимистическая, Золушка, Орешная, Гаурдакская; шахты Снежная-Меженного, Киевская, Напра, Илюхина, Куйбышевская, Уральская), а также перечни пещер протяженностью более 3000 м (45) и глубиной более 200 м (71).

В результате активной поисково-разведочной деятельности любительских спелеологических организаций непрерывно возрастает количество крупных пещер. По сравнению со сводкой [1] на 1.01.84 г. число учтенных пещер увеличилось с 368 до 410 (на 1.12.85 г.). В монографии В. Н. Дублянского и В. В. Илюхина «Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР» (1982) упомянуты 20 пещер протяженностью более 15000 м и 33 шахты глубже 200 м. В настоящее время таких полостей насчитывается соответственно 25 и 71 (табл. 1, 2).

Таблица 1

Длинейшие карстовые полости СССР

Название	Карстовая область	Протяженность, м
Оптимистическая	Днестровско-Причерноморская	157000
Озерная	—»—	105300
Золушка	—»—	80000
Кап-Кутан	Гиссаро-Алайская	22300
Кристалльная	Днестровско-Причерноморская	22000
Большая Орешная	Саянская	21000
Млынки	Днестровско-Причерноморская	19100
Снежная-Меженного	Большого Кавказа	19000
Промежуточная	Гиссаро-Алайская	18500

Название	Карстовая область	Протяженность, м
Воронцовская	Большого Кавказа	13700
Красная	Крымская	13100
Гаурдакская	Гиссаро-Алайская	11010
Ящик Пандоры	Салаиро-Кузнецкая	10100
Сумган-Кутук	Уральская	9860
Дивья	—»—	9750
Вертеба	Днестровско-Причерноморская	7820
Кизеловская	Уральская	7600
Кулогорская	Валдайско-Кулойская	7195
Киндерлинская	Уральская	6700
Осенняя-Назаровская	Большого Кавказа	6500
Хашим-Ойык	Гиссаро-Алайская	6100
Баджейская	Саянская	6000
Конституционная	Валдайско-Кулойская	5880
Кунгурская	Уральская	5600
Олимпийская	Валдайско-Кулойская	5500
В. Илюхина	Большого Кавказа	4816
Геофизическая	Гиссаро-Алайская	4200
Кумичевская	Валдайско-Кулойская	4170
Абрекила	Большого Кавказа	4000
Абсолютная	—»—	4000
Хлебодаровская	Уральская	3550
Таш-Юрак	Гиссаро-Алайская	3500
Пропащая Яма	Уральская	3460
Ленинградская	Валдайско-Кулойская	3400
Геологов-2	Уральская	3300
Новофонская	Большого Кавказа	3285
Прощальная	Приморская	3200
Пехоровская	Валдайско-Кулойская	3180
Напра им. Зубени	Большого Кавказа	3170
Ломоносовская	Валдайско-Кулойская	3127
Майская	Большого Кавказа	3110
Географическая	—»—	3100
Троя (К-13)	Валдайско-Кулойская	3100
Кубинская	Саянская	3000
Каптархана	Гиссаро-Алайская	3000

Таблица 2

Глубочайшие карстовые полости СССР

Название	Массив (регион)	Глубина, м
Снежная — Меженного	Бзыбский (Кавказ)	1370
Киевская	Кырктау (Тянь-Шань)	990
Куйбышевская	Арабика (Кавказ)	970**
В. Илюхина	Арабика (Кавказ)	970**
Напра им. Зубени	Бзыбский (Кавказ)	956
Пионерская	Бзыбский (Кавказ)	815*
Форельная	Бзыбский (Кавказ)	740
В. Пантюхина	Бзыбский (Кавказ)	650**
Уральская им. Зенкова	Байсунтау (Тянь-Шань)	565
Парящая Птица	Фишт (Кавказ)	535
Ручейная — Заблудших	Алек (Кавказ)	510
Назаровская — Осенняя	Алек (Кавказ)	500
Майская	Дженту (Кавказ)	500
Солдатская	Караби (Крым)	500
Ноктюрн	Бзыбский (Кавказ)	462
Алексинского	Бзыбский (Кавказ)	450
Октябрьская	Алек (Кавказ)	450
Сувенир	Бзыбский (Кавказ)	430
Нежданная	Ахцу (Кавказ)	420
Ахтиарская	Арабика (Кавказ)	410
Весенняя	Бзыбский (Кавказ)	403
Каскадная	Ай-Петри (Крым)	400
Московская	Арабика (Кавказ)	400**
Нахимовская	Караби (Крым)	372
Генрихова бездна	Арабика (Кавказ)	360
Студенческая	Бзыбский (Кавказ)	350
П-1/7	Арабика (Кавказ)	330**
Экологическая	Семинский (Сибирь)	330
Школьная	Алек (Кавказ)	320
Каньон	Бзыбский (Кавказ)	320**
без названия (Ростов)	Загедан (Кавказ)	320*
Ростовская	Загедан (Кавказ)	318
Абсолютная	Лагонаки (Кавказ)	317
Географическая	Алек (Кавказ)	310
Фестивальная	Байсунтау (Тянь-Шань)	300**
без названия (МГУ)	Бзыбский (Кавказ)	300*
Черкесская	Загедан (Кавказ)	280
Кубинская	Саяны (Сибирь)	274
Дружба	Караби (Крым)	270
Урупская	Загедан (Кавказ)	270
Университетская	Хош-Харарогский (Кавказ)	+265

Название	Массив (регион)	Глубина, м
Величественная	Алек (Кавказ)	260
Молодежная	Караби (Крым)	260
П-1/9	Арабика (Кавказ)	260**
Юбилейная	Арабика (Кавказ)	255
Берчильская	Арабика (Кавказ)	250
Улучурская	Каржантау (Тянь-Шань)	250
Отвесная	Абишера-Ахуба (Кавказ)	250
Вахушти Багратиони	Арабика (Кавказ)	250
Воронцовская	Ахцу (Кавказ)	240
Алтайская	Семинский (Сибирь)	240
Изабелла	Бзыбский (Кавказ)	235
Каньон	Лагонаки (Кавказ)	224
Ткибула-Дзеврула	Ткибульский (Кавказ)	220
Гигантов	Алек (Кавказ)	220
Кульская	Кырктау (Тянь-Шань)	220
МН-53	Арабика (Кавказ)	220**
Золотой ключик	Апшерон (Кавказ)	220
Багьянская	Бзыбский (Кавказ)	210
Суворовская	Асхи (Кавказ)	210
КТ-70 (Розовый дьявол)	Кырктау (Тянь-Шань)	210
Ход Конем	Чатырдаг (Крым)	210
Ход в Преисподнюю	Большой Тхач (Кавказ)	208
Медвежья	Алек (Кавказ)	205
Белорусская	Бзыбский (Кавказ)	205
Поисковая	Ахцу (Кавказ)	205
Вдовиченко	Ай-Петри (Крым)	205
Карровая	Арабика (Кавказ)	202
Севастопольская	Ай-Петри (Крым)	200
Университетская	Кырктау (Тянь-Шань)	200
МН-73	Арабика (Кавказ)	200**
Графский провал	Бзыбский (Кавказ)	200*
Кап-Кутан	Кугитанг (Тянь-Шань)	200*

*предварительные данные

**предварительные данные, прохождение продолжается

Из наиболее значительных достижений в 1985 г. необходимо отметить открытие московскими спелеологами новых участков в пещерах Кап-Кутан и Промежуточной (хребет Кугитанг, юго-восток Туркмении), благодаря чему их протяженность увеличилась соответственно до 22,3 и 18,5 км; открытие киевскими спелеологами нового участка в шахте Куйбышевской (массив Арабика, Западный Кавказ) и исследование ее до глубины 970 м; прохождение московскими спелеологами засифонной галереи в системе Илюхина (массив Арабика), глубина которой достигла 970 м; исследование на том же массиве пяти других шахт 200—400-метровой глубины спелеологами Москвы, Минска, Киева; прохождение красноярскими спелеологами сифонов в шахте Юбилейной (130 м) и пещере Гегской (220 м/—55 м); открытие и обследование ростовскими спелеологами двух новых шахт глубиной свыше 300 м на массиве Загедан (Северо-Западный Кавказ); открытие и изучение свердловскими спелеологами новой шахты глубиной 300 м на массиве Байсунтау (Средняя Азия).

Комиссия крупных пещер СССР продолжает сбор и учет данных о полостях протяженностью более 500 м и амплитудой более 100 м. Предполагается подготовка издания регулярных дополнений к кадастру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климчук А. Б., Киселев В. Э. Крупнейшие карстовые полости СССР // Пещеры. Типы и методы исследований. — Пермь, 1984. — С. 110—114.

А. Б. Климчук, В. Э. Киселев

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ ВСТРЕЧИ В ЯВОРЖИ, ЧССР (АПРЕЛЬ 1984)

С 4 по 8 апреля 1984 г. в учебном центре Яворжи (Северная Моравия) были проведены параллельно три международных встречи: VI заседание комиссии по обучению Международного спелеологического союза (МСС), II Международный симпозиум по карсту Судет и рабочее заседание бюро МСС. В них участвовало около 100 спелеологов и карстологов из 13 стран Европы и Америки (Австрии, Бельгии, Венгрии, ГДР, Италии, Канады, Кубы, Польши, СССР, Франции, Чехословакии, Швейцарии, Югославии). От Научного совета по инженерной геологии и гидрогеологии АН СССР была направлена делегация в составе авторов настоящей заметки.

В рамках работы комиссии по обучению МСС состоялись три заседания, в которых приняли участие официальные представители национальных ассоциаций и члены бюро комиссии. Ее президент Ж.-К. Фрашон (Франция) доложил о деятельности бюро за прошедший год и затронул ряд организационных вопросов. Секретарь комиссии П. Котэн (Швейцария) информировал о задачах и планах работы на 1984—1985 гг. С докладами о структуре, программах, формах и видах обучения спелеологов в национальных спелеологических организациях выступили представители Франции, Австрии, СССР, Италии, Чехословакии, Польши, Бельгии, Швейцарии. Доклады и материалы показали, что вопросы обучения и подготовки спелеологов занимают важное место в деятельности национальных ассоциаций. От их состояния зависит эффективность спелеологических исследований, качество и полнота первичной документации пещер, безопасность подземных работ, охрана окружающей среды и пр. Обучение проводится преимущественно в форме лекций и практических

семинаров на базе спелеологических федераций, вузов, естественнонаучных музеев, крупных спелеоклубов. В ряде стран (Англия, Франция, США, Италия) созданы хозрасчетные национальные учебные центры, где спелеологи проходят общую и специализированную подготовку. Срок обучения — от нескольких дней до двух недель. На первых этапах преобладают занятия по практической спелеологии. Преподавательские кадры (инструкторы, стажеры) готовятся по особым программам. Широко распространена система специализированного (по отдельным темам и направлениям) совершенствования и обмена опытом в виде научных школ, семинаров, курсов (сборов).

Большой интерес представляет система обучения спелеологов во Франции, отличающаяся дифференцированностью по рангам и направлениям, стабильностью, хорошим материальным, техническим и методическим обеспечением.

На II Международном симпозиуме по карсту Судет было заслушано 13 докладов, посвященных этому региону и представленных учеными ЧССР, ПНР и ГДР, а также 8 докладов по карсту других регионов мира (смежная проблематика), сделанных учеными Кубы, Канады, Польши, СССР, ЧССР.

В докладах о карсте Судетских гор подробно характеризовались морфология, геология, гидрогеология, палеогеография карста этого регионг, генезис поверхностных и подземных карстовых форм. В региональных материалах особое место занимали три проблемы, имеющие более общее значение: 1) особенности развития карста в перигляциальных обстановках (судетская область являлась краевой зоной покровных и локальным центром горнодолинных плейстоценовых оледенений); 2) палеокарст тропических обстановок (существовавших в пределах Северной Моравии и Судет в мезозойское и палеогеновое время); 3) содержание понятий «карст», «псевдокарст» и «выветривание» (карст в Судетах и Северной Моравии развит в известняках, мраморах, песчаниках; карстоподобные формы отмечены в гранитах и кварцитах).

Различные аспекты этих проблем затрагивались в докладах, посвященных карсту других регионов. Большой интерес вызвали доклады о карсте в известняках и карстоподобных явлениях в теле ледников на Шпицбергене (М. Пулина, ПНР); карсте арктических областей Канады (Д. Форд, Канада); карсте массива Фолли в Альпах и глубочайшей в мире карстовой системе Жан-Бернар (Р. Таслер, ЧССР); тропическом карсте Кубы (Х. Вальдес, Куба); гипсовом карсте Украины (А. Б. Климчук); карстовых пещерах СССР (А. Б. Климчук, В. Э. Киселев).

Как показали доклады и экскурсии по Северной Моравии и Судетам, карст перигляциальных областей существенно отличается, что определяется влиянием ледников на климат, гидролого-гидрогеологическими условиями (питание, режим, физико-химия карстовых вод), рельефом перигляциальной зоны и т. д. Особенно сложно рассмотрение этой специфики в историческом аспекте, с учетом возможного наложенного воздействия нескольких ледниковых и межледниковых эпох. Для решения проблемы необходимо привлечение широкого палеогеографического материала, а также данных по гидрологии и термодинамике современных ледников, углубленное исследование карста в современных перигляциальных и арктических обстановках (карст Канады, Шпицбергена, высокогорный карст и т. п.).

Доклады и дискуссии показали также неудовлетворительное состояние общей понятийной базы карстологии. В частности, все более отчетливо проявляется ограниченность и методологическое несовершенство традиционного понимания термина «карст»; неразработанность проблем соотношения коррозии, эрозии, выветривания (в узком смысле) и участия этих процессов в карстообразовании, проблем «псевдокарста» и «карстоподобных» явлений в песчаниках, конгломератах, кварцитах, гранитах,

во льду и т. д. Отметим, что в отечественной литературе этим проблемам уделяется большое внимание, в связи с чем они получили более глубокую теоретическую разработку, чем за рубежом.

Одновременно с отмеченными мероприятиями состоялись два заседания бюро МСС, на которых присутствовали 6 его членов из 11: вице-резидент проф. В. Панос (ЧССР), вице-президент проф. Д. Форд (Канада), генеральный секретарь проф. Х. Триммель (Австрия), почетный резидент проф. Б. Жез (Франция), доктор Е. Глазек (ПНР), доктор Ф. Хабе (Югославия). Главное внимание на заседаниях было уделено проблемам, связанным с IX Международным спелеологическим конгрессом, который должен был состояться в июле 1985 г. в Испании. По ряду причин срок проведения конгресса перенесен. Он состоится в июле — августе 1986 г. в Барселоне.

До и после заседаний в Яворжи проводились научные экскурсии по карстовым районам Моравии и Судет с посещением наиболее интересных пещер и других карстовых объектов. Советские участники посетили также район Деменовской долины (Словакия), для них были организованы встречи в различных организациях, занимающихся изучением карста и пещер (Институт географии АН ЧССР, Музей Словацкого карста в Липтовском Микулаше, спелеологические клубы в Брно, Праге и др.). Все это позволило ознакомиться с организацией и достижениями карстологии и спелеологии, с опытом практического использования и охраны пещер в Чехословакии.

А. Б. Климчук, В. Э. Киселев

ЭКСПЕДИЦИЯ ПЕРМСКИХ СПЕЛЕОЛОГОВ В ПРОПАСТЬ СНЕЖНУЮ

В сентябре 1984 г. секция спелеологии Пермского университета организовала экспедицию под руководством С. В. Валуевского в район пропасти Снежная (Бзыбский хребет, Большой Кавказ), в которой приняло участие 14 спелеологов. Основные цели экспедиции — ознакомление с геологическим строением района, поиск новых полостей, спуск в шахту Снежную. Спуск был посвящен выдающемуся советскому карстоведу — Георгию Алексеевичу Максимовичу. Произведены морфологическое описание, микроклиматические наблюдения, замеры расходов воды, а также фото- и киносъемка наиболее интересных участков. Планировалось достигнуть глубины 1000 м и с этой целью организовать три подъемных базовых лагеря на глубине 450, 650 и 770 м. Благодаря правильно разработанной тактике исследование шахты завершено в 14 дней. Спелеологи достигли водопада Рекордный. Отработана навеска снаряжения, впервые примененная в шахте Киевская в 1983 г. Собран фактический материал, который обрабатывается.

Н. Л. Мичков, С. В. Валуевский, В. В. Родионов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕЩЕРЫ ЗОЛУШКА ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Крупная гипсовая пещера Золушка, расположенная на территории Черновицкой области УССР, перспективна в плане обнаружения новых галерей. В июне 1984 г. В. П. Коржик, О. С. Луцив и Л. В. Демин вышли в неисследованную часть лабиринта Золушки. Новый район располагается к северо-западу от известной части пещеры. С районом Голландский сыр он сообщается системой ходов, получивших название подвалов. Особенности их — низкие своды (1—2 м), широкие ходы, разделенные

редкими целиками, озера разжиженной глины. Крыша подвалов образована локально развитым прослоем (5—15 см) кристаллического известняка. Люки в крышах подвалов ведут в изометричные шароподобные полости, соединяющиеся между собой по направлению подвального хода. Выдавливание через люки глин вышерасположенных полостей — причина образования в подвалах экзотических колонн с блестящими полированными стенками. Блоки усыхания глинистых отложений, обваливаясь с карнизов, создают участки хаоса. В ряде мест разрез заполнителя завершается красноцветными образованиями (100% — гидро-гетит и лимонит) мощностью 10—30 см.

За подвалами располагается приподнятый лабиринт, решетку которого образуют ходы шириной 1,5—4,0 м, высотой 1,0—3,0 м. Сечение ходов треугольное и овальное. Ряд галерей прерывается колодцами, глубиной до 15 м, за которыми галереи продолжают. Днища отдельных ходов покрыты слоем (2—10 см) смоляно-черного порошкообразного вещества, состоящего из окислов марганца.

И подвалы, и верхний лабиринт сильно загазованы. Концентрация углекислого газа и метана по показаниям шахтных интерферометров достигает 6,0% и выше. Дышать при движении трудно, явные признаки углекислотного отравления появляются через 10—30 мин нахождения в районе. Предельное время съёмочной работы в районе не превышает двух-трех часов. В настоящее время отснята г-образная «антенна», ведущая вглубь лабиринта на 400 м, начата топосъемка боковых ходов. Один из них ведет в широкие (до 5 м) галереи, где отмечены купольные высыпания материала перекрывающих отложений.

Новый район получил название Геохимический.

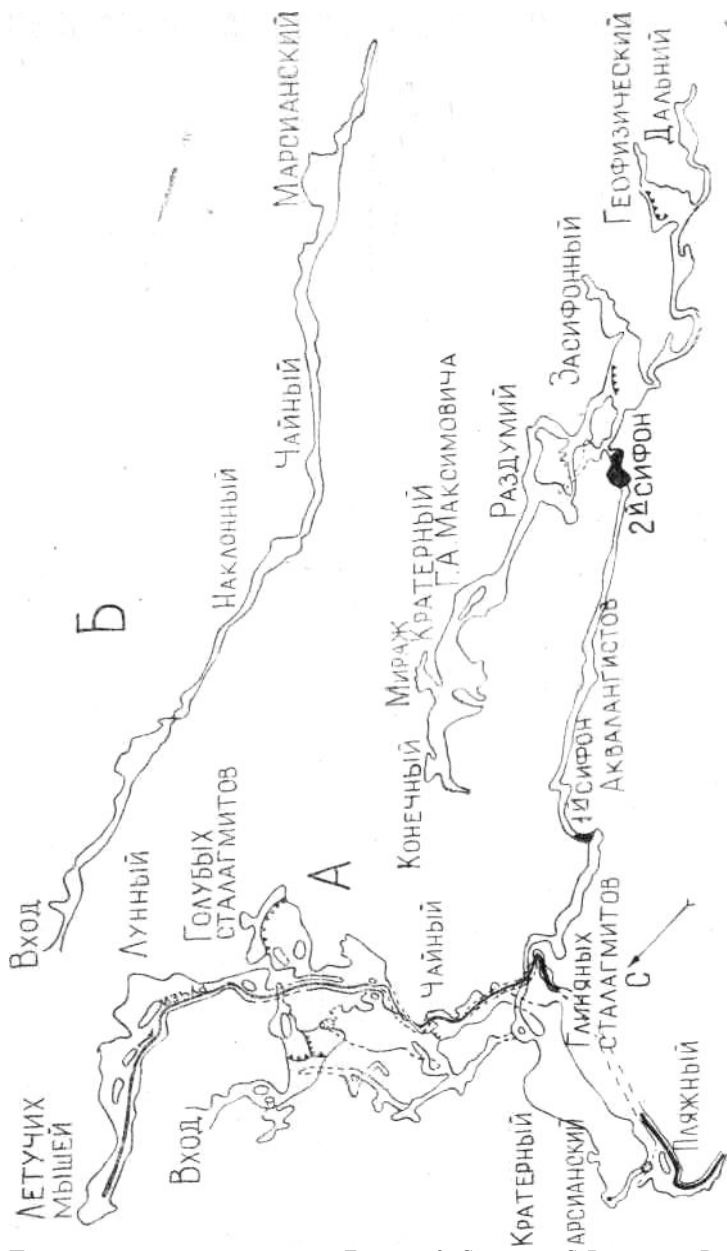
В. Н. Андрейчук, В. П. Коржик

ПЕЩЕРА ГЕОЛОГОВ-2

Пещера расположена в пределах Усьвенского спелеологического участка Кизеловско-Яйвенского спелеологического района. Вход в нее находится на 1,5 км юго-западнее пос. Юбилейный (Пермская область), в правом борту лога, впадающего в реку Усьву (рис.). Пещера образовалась в светло-серых массивных известняках визейского яруса (аз. падения 90°, угол 25°). Она открыта в сентябре 1975 г. В. Сапожниковым. В 1975—1980 гг. исследовалась спелеологами Перми, Свердловска и Нижнего Тагила. Длина закартированной части составляет на 01.01.84 3300 м, глубина 125 м, объем 34000 м³, площадь 12000 м², средняя ширина 3,6 м, средняя высота 2,8 м. проективная длина 3200 м, удельный объем, по Г. А. Максимовичу, 10,6 м³/м.

Пещера трехъярусная, верхний и нижний ярусы обводнены, средний — сухой. Верхний ярус находится в стадии развития, переходной от речной к озерной; средний — в коридорно-гrotовой, обвально-цементационной, нижний — в речной.

Большую роль в формировании полости играют инфлюационные потоки, поглощаемые понорами. Развитие пещеры идет по трещинам напластования, продольным и поперечным тектоническим трещинам. Диагональные трещины играют подчиненную роль. В пещере наиболее распространены обвальные и остаточные отложения. Водно-хемогенные образования в отдельных местах образуют значительные скопления. Органогенные отложения развиты в незначительной степени, хотя в пещере обитает большое количество летучих мышей. В привходовой части имеется



План и продольный разрез пещеры Геологов-2. Составили С. Валуцкий, В. Борич, В. Родионов, Н. Мичков



План и продольный разрез пещеры Российская

известковое молоко. Из редких форм встречаются глиняные пирамиды и глиняные сталагмиты, гуры и сталактиты.

Пещера имеет категорию сложности 3А, в ней есть колодцы глубиной 6—9 м. Глыбовые завалы и два сифона усложняют ее прохождение.

С. В. Валуйский, В. В. Родионов, Н. Л. Мичков

ПЕЩЕРА РОССИЙСКАЯ (ОБВАЛЬНАЯ-2)

Пещера, названная в честь I Всероссийского слета спелеологов, находится в пределах Кизеловского спелеологического участка Западно-уральской карстовой провинции (Пермская область). Вход в нее обнаружили 3.09.84 спелеологи Свердловска и Кизела И. А. Белокрыс и В. В. Крысов. Он находится на дне карстовой воронки, в Ладейном логу, в 5,2 км от р. Косьвы (район г. Губахи) и в 1,5 км от пещеры Обвальная (рис.).

Пещера выработана в визейских известняках нижнего карбона (аз. падения 85° , угол 15°). Она представляет собой систему наклонных и горизонтальных ходов с уступами и колодцами. Протяженность ее по топосъемке спелеологов Свердловска составила на 01.03.84 1450 м, проективная длина — 1280 м, глубина 72 м, средняя ширина 2,2 м, средняя высота 4,5 м, объем 14400 м³, площадь 3200 м², удельный объем, по Г. А. Максимовичу, 9,9 м³/м.

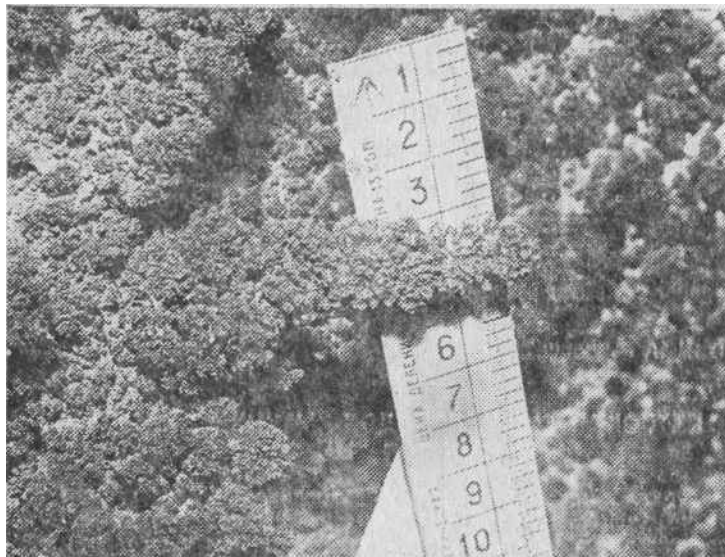
В пещере развиты ходы и гроты меридионального направления. Широтное направление имеют некоторые боковые ответвления и ходы, соединяющие меридиональные участки. На пересечении широтных и меридиональных ходов часто развиты уступы и колодцы глубиной 4—9 м. Пещера сформировалась в основном по трещинам напластования и поперечным тектоническим трещинам, продольные же и диагональные трещины выполняли подчиненную роль. Пещера находится в коридорно-гrotовой натечно-осыпной морфолого-гидрогеологической стадии (по Г. А. Максимовичу).

Температура воздуха в пещере от 3 до 4°. В гротах Лагерном и Гулливера обитают летучие мыши. По всей пещере развиты обвальные и водномеханические отложения. Основная масса их находится в гроте Гулливер. Пещера богата воднохемогенными образованиями. В ней имеются сталагмиты высотой до 1,0 м (Лагерная галерея), сталактиты длиной 0,8—1,0 м распространены повсеместно. Натечная кора образует причудливые каскады различного цвета, особенно в Свадебной галерее. Мощность ее изменяется от 1—3 мм до 20—30 см, во многих местах она осложнена наростами из кальцита. В Сухой галерее обнаружены гуры с оолитами и пизолитами. Органогенные отложения представлены гуано и костями летучих мышей. В дальней части пещеры течет ручей с расходом в осенне-зимнее время 0,2—0,3 л/с. Недалеко от входа имеется озеро с берегами длиной 8 м, шириной 1,2, глубиной 2 м.

С. В. Валуйский, И. А. Белокрыс

НАХОДКА БЕРНЕССИТА В ГИПСОВОЙ ПЕЩЕРЕ

В 1984 г. при геохимической съемке пещеры Золушка, образованной в гипсах неогена (Черновицкая область), в зале Античном были обнаружены хрупкие сталактиты длиной 5—8 см, состоящие из небольших беспорядочно прилегающих друг к другу черных частичек (рис.). Встретились также почковидные и гроздевидные агрегаты на стенах и драпировках. В ряде мест отмечены скопления черного сажистого порошка



Бернесит из пещеры Золушка

мощностью от 5 до 40 см. С ним часто переслаиваются охряно-красные образования гидроокислов железа.

В процессе рентгенометрического, термографического и спектрального анализов, проведенных во Львовском университете, установлено, что черные образования представляют собой минерал бернесит — сложный гидроокисел марганца со слоистой структурой. По данным Н. Г. Максимовича и Н. В. Бельтюковой, этот минерал встречен в виде тонких пленок на стенах и налетов на отложениях пещерных потоков в двух карбонатных пещерах.

С. Н. Волков, В. Н. Андрейчук, Э. Я. Янчук

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПЕЩЕРАХ ЯСЫЛЬСКОГО ЛОГА

Спелеологами Пермского туристского клуба «Оптимист» в июле 1983 г. в Ясылском логу (Ординский район Пермской области) обнаружены новые пещеры — Пономаревская II и III и Оптимист. Пещера Пономаревская I была описана Г. Н. Панариной в 1967—1969 гг. Спелеологами клуба проведена повторная съемка пещеры и обследованы ручьи.

Ясылский лог относится к Кунгурско-Иренскому карстовому району. Карстующимися породами являются гипсо-ангидриты иренской свиты кунгурского яруса нижней Перми. Исходя из данных бурения пустоты и заполненные полости в районе лога встречаются по всему разрезу гипсо-ангидритовой толщи. Входы в пещеры Пономаревская II и III находятся в карстовой воронке, расположенной в верховьях лога, вход в пещеру Пономаревская I — в юго-западной части той же воронки под скальным обнажением высотой 4,5 м. По данным Г. Н. Панариной, ручей из пещеры Пономаревская I выходил на поверхность как восходящий

источник в 400 м от нее вниз по логу. Однако опыты с флюоресценцией, проведенные спелеологами в июле 1983 г., это не подтвердили. С помощью геофизических методов обнаружено, что с левой стороны от основного хода находятся полости, пока не доступные для человека.

При более детальном осмотре воронки, вытянутой параллельно логу, спелеологом С. Козловым были обнаружены пещеры Пономаревская II и Пономаревская III. Пещера Пономаревская II находится в юго-восточном борту воронки в 20 м от входа в Пономаревскую I. Коридор шириной 2,3 м, высотой 0,7 м ведет вниз по каменной осыпи под углом 48°. В 6 м от входа располагается небольшой грот высотой 2,5 м. Пол грота завален глыбами ангидрита и мелкими обломками гипса, видны свежие сколы породы, что свидетельствует о недавнем обвале. У стен грота обнаружена гипсовая мука. Далее ход идет горизонтально на юго-восток, но засыпан обломками. В зимнее время свод покрыт кристаллами инея, однако снегом не заносится. Общая протяженность пещеры 50 м.

Вход в пещеру Пономаревская III находится на северо-восточном задернованном склоне воронки. Разведанная длина ходов составила 105 м. В 20 м от входа обнаружено сухое русло ручья. Вход шириной 1,5 м и высотой 0,7 м ведет вниз под углом 50° и через 4 м приводит в первый грот высотой до 2,5 м. Пол покрыт обломками ангидрита, в трещинах встречается гипсовая мука. В зимнее время образуются ледяные сталагмиты. В правой каменной осыпи начинается ход во второй грот. Потолок в нем ровный, стены сложены блоками ангидрита с горизонтальными трещинами, заполненными глиной. На полу ведущей из грота галереи обнаружено высохшее русло ручья. Высота галереи 2 м. Очевидно, все три пещеры ранее представляли единую систему.

При обследовании ручьев Ясыльского лога были найдены небольшие пещеры протяженностью 10—20 м, наибольший интерес из которых представляет пещера Оптимист, названная в честь 15-летия со дня образования клуба туристов завода им. В. И. Ленина. Пещера находится в 1,5 км от Пономаревских вниз по логу. Вход в пещеру начинается в небольшой карстовой воронке, он представляет собой щель высотой 1,5 м и шириной 1,4 м. Сильная разветвленность ходов пещеры затруднила съемку. Протяженность заснятых галерей составила 310 м. Средняя высота полости 0,7—1 м. При осмотре поверхности над пещерой были обнаружены три воронки, имеющие поноры. Возможно, через них в пещеру попадает много органических остатков и обломков древесины. Все пещеры Ясыльского лога требуют более детального изучения.

В. И. Лопандин

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОЛОСТЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В настоящее время все большее распространение получают геотехнологические методы разработки полезных ископаемых, основанные на их растворении и перемещении в жидком состоянии. Это методы подземного растворения (ПР), подземного выщелачивания (ПВ), подземной выплавки серы (ПВС). В результате применения этих методов образуются искусственные подземные полости, достигающие значительной величины. Еще более крупные полости искусственно создаются в соляных толщах для подземных хранилищ нефти и т. п. Возникает необходимость дальнейшей разработки методов изучения искусственных полостей и классификации их.

Такое исследование проведено в Гаурдакском серном месторождении в Туркмении. Для изучения полостей, образующихся при выплавлении

серы и выщелачивании других пород, применялись разнообразные геофизические методы, прежде всего различные методы каротажа скважин, глубинного гидрохимического опробования, исследования режима подземных вод. Учитывая особенности разработки месторождения (путем нагнетания жидкого теплоносителя в пласт), широко использовали также термометрические методы.

В целом при изучении искусственных полостей применим обычный комплекс геофизических методов, используемых при исследовании естественных полостей, наряду со специфическими (например, термометрическими). Целесообразным представляется организация режимных наблюдений, которые позволят судить о динамике процессов полостеобразования. Такое изучение процессов, происходящих при разработке различных месторождений, являющихся своеобразным геологическим моделированием, позволит уточнить многие вопросы естественного пещерообразования.

К. В. Тиунов, А. А. Никиткин

РАЗВИТИЕ ЗАМКНУТЫХ ВОДОПРИЕМНЫХ ПОЛОСТЕЙ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Образование в горных породах подземными водами водопримных полостей связано со сложной системой взаимодействующих процессов. Моделью этой системы может служить формирование локализованным, централизованным стоком замкнутых водопримных полостей в обводненных несцементированных песках плотного сложения, коэффициент бокового распора которых равен 1 (Архидьяконских, 1982, 1983).

Как экспериментально установлено фактором развития такой полости служит реактивное противодействие, отдача водной струи (P_p), стремящаяся раздвинуть песчинки свода полости, прижатые друг к другу под воздействием: веса вышележащих пород (P_r), кинетической энергии струи (P_c), гидродинамического давления (P_i) и веса песчаной частицы свода (P_g). Критерием перехода полости со стадии развития на стадию стабилизации является равенство

$$P_p = P_r + P_c + P_i + P_g / l$$

В развернутом виде, с соответствующими преобразованиями и перестановками, данное уравнение приобретает следующий вид:

$$(H - R)\rho_g n_3 (2\mu^2 + 1 - C\mu) = 2\rho z + a\delta(\rho_g j + \rho_r), /2/$$

где H — высота напора от центра водозахвата; R — расстояние между центрами водозахвата и частицы свода; z — расстояние от центра песчаной частицы до поверхности земли; δ — радиус песчаной частицы; a — постоянный множитель; n_3 — коэффициент эффективной пористости; μ — коэффициент расхода; C — эмпирический коэффициент, равный для окатанных песков $\sim 0,1$, неокатанных — $\sim 1,0$; ρ , ρ_r , ρ_g — плотность соответственно горных пород свода, песчаной частицы, воды; j — гидравлический градиент. При $j = 1$ и $z \gg R$

найдем производную $\frac{d\delta}{dR}$:

$$\frac{d\delta}{dR} = \frac{\rho_g n_3 (2\mu^2 + 1 - C\mu)}{d(\rho L + \rho_r)} /3/$$

В соответствии с уравнениями (1—3), чем крупнее песок, тем меньше, при прочих равных условиях, размеры полости, что соответствует данным экспериментов на физических моделях.

Ю. В. Архидьяконских

ПОТЕРИ СПЕЛЕОЛОГИИ

А. И. МОРОЗОВ (1937-1985)



На пути в пещерную систему Снежная-Меженного в ночь с 7 на 8 февраля 1985 г. погиб Александр Игоревич Морозов.

А. И. Морозов начал заниматься спелеологией с 1964 г. Он участвовал в многочисленных экспедициях в карстовые районы Крыма и Кавказа, был одним из пионеров в изучении пещер хребтов Ахцу, Алек, Скалистого, Бзыбского и др.

В 1973 г. А. И. Морозов приступил к исследованиям пещеры Снежной на Бзыбском хребте. Он организовал в эту пещеру 17 экспедиций. В результате глубина пройденной части пещеры увеличилась в 2 раза. Теперь Снежная занимает второе место в перечне глубочайших пропастей мира.

В 1980 г. А. И. Морозов был избран председателем Комиссии спелеотуризма Центрального Совета по туризму и экскурсиям. Находясь на этом посту, он постоянно разрабатывал и внедрял новые прогрессивные методы спелеологических исследований. Много внимания Александр Игоревич уделял пропаганде и

популяризации спелеологии, выступая по радио и телевидению, участвуя в слетах и совещаниях, публикуя результаты изучения. Незадолго до гибели он принимал участие в организации природно-климатического национального парка в районе г. Сочи, в который должен войти Алексский спелеологический район.

Общительный, бескорыстный, отзывчивый, окруженный энтузиастами спелеологии, он все свободное время отдавал любимому делу. Его глубоко интересовали все аспекты спелеологии: изготовление и апробация нового снаряжения, модульных комплектов, жизнеобеспечение, подбор участников экспедиций, разработка эталонных спелеомаршрутов и составление разрядных норм спелеотуризма, фотографирование под землей, методика картирования.

Надежный в дружбе, бескомпромиссный в ответственных делах, А. И. Морозов пользовался уважением именно потому, что умел считаться с мнением других и быть непреклонно настойчивым в достижении поставленной большой цели.

Комиссия спелеотуризма ЦСТиЭ

РЕЦЕНЗИИ

МОНОГРАФИЯ О ГИДРОГЕОЛОГИИ КАРСТА

Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. — М.: Наука, 1984. — 128 с.

В монографии обобщены данные многолетних исследований по гидрогеологии карста Восточных Карпат, Крыма, Кавказа и Копетдага. Такая работа выполнена в СССР впервые. Рассмотрены вопросы гидрогеологического районирования и палеогидрогеологии закарстованных территорий, формирования, движения, разгрузки, температурного и химического режима карстовых вод, а также интенсивности карстовых процессов.

Много внимания уделяется роли спелеологических методов в изучении гидрогеологии карста. Как отмечают авторы, становление спелеологии как комплексной науки привело к возникновению новых методик исследования подземных вод, которые предусматривают проникновение вглубь массива через карстовые полости. Спелеологические методы в значительной мере дополняют традиционные гидрогеологические и геофизические. В монографии дается количественная спелеологическая характеристика указанных регионов, рассмотрены особенности карстовых полостей различного происхождения. Приводятся новые данные о разгрузке карстовых вод через пещеры-источники. Отмечается, что изучение пещер-источников — одно из перспективных направлений исследования карстовых районов. Разработан новый подход к освещению вопросов генезиса глубинного карста, позволяющий прогнозировать возможность развития глубоких шахт в тех или иных частях массивов и, следовательно, вести их целенаправленный поиск.

Авторы определяют основные особенности гидрогеологии карста — нового направления региональной гидрогеологии. Они предлагают относить к карстовому процессу взаимодействие русловых вод и растворимых горных пород. Такой подход, на наш взгляд, недостаточно обоснован и приводит к расширительному толкованию карста.

Выход обобщающей монографии по гидрогеологии карста Альпийской складчатой области юга СССР является существенным вкладом в развитие карстоведения.

Н. Г. Максимович

КНИГА О ПЕЩЕРАХ И ПРОПАСТЯХ ЧЕХОСЛОВАКИИ

B. Kucera, J. Hromas, F. Skrivanek. Jeskyne a propasti v Ceskoslovensku. — Praha: Academia, 1981

В книге содержится обзор всех наиболее интересных в научном отношении пещер и пропастей, обнаруженных на территории Чехословакии к началу 1977 г. Более 90% пропастей найдено в последние 25 лет. Из 2500 пещер и пропастей 25 открыты для обозрения (1,2% общего количества пещер). По этому показателю ЧССР стоит на втором месте в Европе, уступая только Франции (1,9% оборудованных пещер). За год пещеры ЧССР посещает 1,5 млн. чел. К наиболее посещаемым относятся Пункевни пещеры в Моравском крае и Деменовска пещера Слободы в Низких Татрах.

Вторая глава посвящена истории изучения и использования пещер в ЧССР. Описаны находки скелетов доисторического человека неандертальского типа в пещерах Штамбергского края. Рассмотрен характер использования

пещер человеком в более поздние эпохи. Первые исторические упоминания о пещерах ЧССР относятся к XI в.

В третьей главе приводятся сведения о распространении и региональных различиях карста и подземных полостей в ЧССР (в Чехии — 300 км², Словакии — 1500 км²). Охарактеризованы две основные карстовые области — Чешская возвышенность (Железные горы, Кроконош, Моравски, Яворжичски, Младечски, Гранички, Есенички, Тишновски крас и т. д.) и Западные Карпаты (карст Малых Карпат, Западных, Высоких и Беланских Татр, Липтовски, Бистриански, Шумиански, Словенски крас и т. д.). Наиболее крупный район развития карста — Словенский крас площадью 800 км².

В четвертой главе описаны пещеры и пропасти, открытые для обозрения. Среди них всемирно известные Пункевни пещеры, являющиеся частью крупнейшей в ЧССР пещерной системы (30 км), Домица, Добшинска ледяная пещера, пропасть Мацоха, Збрашовские арагонитовые пещеры.

Последняя глава книги посвящена охране карста и пещер. Наиболее интересные карстовые районы ЧССР — Словенски крас, Моравски крас, Словенски рай, Мале Карпаты и Павловске вхри и др. — объявлены охраняемыми ландшафтными территориями. Большинство пещер страны относятся к государственным природным резервациям или же к охраняемым явлениям природы. Книга богато иллюстрирована и прекрасно издана. Представленный в ней материал, способ его изложения и структура делают книгу своеобразным справочным пособием по карсту и пещерам Чехословакии.

В. Н. Андрейчук

**НОВОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
БРИТАНСКОГО СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
CAVING PRACTICE AND EQUIPMENT. 1984.— 238 p.**

Группа авторов — известных британских спелеологов — выпустила под редакцией Дейвида Джадсона новое руководство для исследователей пещер. В 20 главах этого учебника подробно освещаются все аспекты спелеологической деятельности — от спортивно-прикладных до научных. Рекомендации разработаны на основе новейших методик изучения. Половина книги посвящена спортивно-исследовательской спелеологии (личное и общественное снаряжение, техника его использования, тактика проведения спелеоэкспедиций, погружения под землей, поиск пещер, подземная фотография и связь, обучение спелеологов). Во второй части описаны методики научных наблюдений в пещерах (топосъемка, окрашивание подземных вод, геологические, археологические и биоспелеологические исследования). Подробно рассмотрены вопросы охраны подземной среды. Книга богато иллюстрирована. Предназначена она как для начинающих, так и для опытных спелеологов.

В. Э. Киселев

**БЮЛЛЕТЕНЬ ФРАНЦУЗСКОГО
СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОГО КЛУБА МАРТЕЛЬ
Bulletin du club Martel // Speleologie. — 1982. — N 117**

Бюллетень, издаваемый в Нице, открывается информацией о деятельности спелеологического клуба Мартель во втором квартале 1982 г. — исследовании шахт, преодолении обводненных сифонов в гроте Ревест, поиске новых пещер. В районе Маргарес обследована пропасть, предполагаемая

глубина которой 800 м. Она состоит из верхней наклонной части, в которой пол покрыт льдом и которая заканчивается колодцами глубиной 15 и 12 м. Ниже колодцев начинается средняя ледяная часть, ведущая в меандр с проходами на разных уровнях. Нижняя часть пропасти представляет собой колодцы глубиной 13 и 50 м. В долине Эстерон спелеологи произвели откачку воды карстового источника Клав с целью проникновения через его выход в подземную полость. Сообщается о защите в университете Ницы членом клуба К. Манганом докторской диссертации на тему: Геология и гидрогеология карста бассейна Браг (Приморские Альпы). Приведены детальные планы и разрезы изученных спелеологических объектов.

С. Е. Оборина, К. А. Горбунова

ИССЛЕДОВАНИЯ ФРАНЦУЗСКИХ СПЕЛЕОЛОГОВ В 1983 ГОДУ

Speleologie. — 1983. — N 120, 121

/CLUB MARTEL, CLUB ALPIN FRANCAIS/

В № 120 журнала «Спелеология» публикуется информация о деятельности спелеологических клубов Мартель и Альпэн Франсэ за первый квартал 1983 г. Исследования велись в районе Гурдона, Сен-Сэзэра, Малоссена, Сильера, Пиренеях. Спелеологи провели разведку в пещере Сербер в окрестностях Ревеста, где обратили внимание на звуковые явления, ознакомились с подземной системой Пьер сен Мартен в Пиренеях. Открыты новые полости в пропасти Тенебр (Теней), которая на глубине 440 м переходит в обводненный сифон. В одной из статей описывается метод обработки результатов подземной топографической съемки с помощью микро ЭВМ Синклер.

Номер 121 журнала «Спелеология» открывается отчетом о деятельности спелеологических клубов за второй квартал 1983 г. В районах Андона, Гурдона, Маргарес, Кай, а также в Тоскане (Италия) обследованы колодцы и пропасти. Проведен эксперимент по определению высоты свода подземной полости путем запуска трассирующей пули с одновременной регистрацией ее траектории с помощью фотоаппарата. Подробно охарактеризована геоморфология и гидрология района карстовых форм Серти. В одной из статей описано новое панцирное насекомое. Текст хорошо иллюстрирован.

С. Е. Оборина, К. А. Горбунова

ВОЗРАСТ НАТЕКОВ В ПЕЩЕРАХ СИСТЕМЫ КРЕЙВЕН

В английском журнале «Наука о пещерах» (Cave Science. — 1984.— V. 11, N 2) помещена статья М. Гаскона и Д. К. Форда о результатах определения абсолютного возраста натеков в пещерах системы Крейвен, расположенной на северо-западе Англии. Пещеры протяженностью до 46,3 км приурочены к каменноугольным известнякам. Они расположены на абсолютной отметке от 0,2 до 353 м. Ряд авторов предполагают, что пещеры формировались на трех уровнях, соответствующих древним горизонтам карстовых вод, в межледниковые эпохи и в конце оледенения, когда в породы поступало значительное количество воды. В ледниковые эпохи они разрушались и заполнялись отложениями. Ледник, достигавший максимальной мощности 18 тыс. лет назад, отступил 14 тыс. лет назад. Развитие пещер было связано с речными долинами, возраст которых определяется в 1—2 млн. лет.

Анализировалось 87 натечных образований из 11 пещер, причем большая

часть их представляла собой нарушенные природными процессами или посетителями формы. Абсолютный возраст определялся в лаборатории университета Мак-Мастера г. Гамильтона (Канада) ураново-ториевым методом ($\text{Th}^{230}/\text{U}^{234}$). В 182 случаях возраст натеков колеблется от 1000 до более чем 350000 лет. Вероятность ошибки, как правило, увеличивается от 5% для молодых образований до 15% — для древних. Периоды интенсивного роста натеков соответствуют межледниковым, а замедленного роста — ледниковым эпохам. Данные о их возрасте используются при палеогеографических реконструкциях.

К. А. Горбунова, Е. Г. Максимович

ЭКСПЕДИЦИИ АНГЛИЙСКИХ СПЕЛЕОЛОГОВ В 1983 ГОДУ (Caves and Caving. — 1984. — N 24)

Бюллетень Британского спелеологического общества № 24 за 1984 г. открывается краткими сообщениями английских спелеологических клубов. Значительная часть издания посвящена описанию экспедиций английских спелеологов, проведенных летом 1983 г. в Австрию, Канаду, Марокко, Грецию, на о. Яву. Целью экспедиции в Австрию являлось дальнейшее исследование пещеры Баренгассевиндшахт в горах Дахштейн. Англо-канадская экспедиция занималась изучением ряда пещер на границе канадских провинций Британская Колумбия и Альберта. Во время экспедиции на о. Яву, длившейся 32 дня, пройдено 11 км подземных ходов в 34 пещерах. Основной целью ее был поиск источников водоснабжения. В одной из статей описывается двухкилометровая пещера Огоф Хесп Алин — длинейшая в Северном Уэльсе. Приводится список 30 длинейших и 35 глубочайших пещер мира. Статьи иллюстрированы картами и фотографиями.

НЕСЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ В ПЕЩЕРАХ АНГЛИИ (Caves and Caving. — 1984. — N 25)

Бюллетень Британского спелеологического общества № 25 за 1984 г. содержит отчет Британской пещерной спасательной организации, в котором подробно описаны несчастные случаи, происшедшие в 1983 г. Всего к изучению пещер связано 59 подземных и 42 наземных происшествия, в них 1 подземный и 9 наземных имели смертельный исход, 15 подземных и 10 наземных несчастных случаев произошли с животными. Основной причиной таких происшествий явилось падение, более 50% их вызвано затоплением, усталостью при подъеме на поверхность, обрушением пород. В 1983 г. не зафиксировано ни одного несчастного случая при нырянии в водоемах пещер. В бюллетене публикуется также информация о исследовании пещер в Англии, Ирландии, Австрии, Норвегии, экспедиции на о. Новая Британия (Новая Гвинея), который известен самыми большими в мире подземными реками, длинейших и глубочайших пещерах мира.

Е. Г. Максимович

ПОДВОДНЫЕ СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В журнале «Наука о пещерах» (Cave Science. — 1984. — V. 11, N 1), издаваемом Британским спелеологическим обществом, опубликованы результаты двух экспедиций английских спелеологов (в 1981 и 1982 гг.) на острова Андрос, самую большую среди Багамских группу островов. Протяженность их с севера на юг составляет 177 км, с запада на

восток — 65 км. Острова сложены мезозойскими известняками. Объектом исследования явилась одна из самых длинных подводных пещер мира — Блю Хоулз (Голубые дыры). Изучение ее было начато в 1960 г. канадцем Дж. Бенджамином. В 1966—1971 гг. его группа засняла сотни метров подводных проходов до глубины 100 м. Выявлено большое количество входов, включая «Дыру в стене» — в огромной скале, расположенной на краю двухкилометровой океанической впадины у западного побережья островов. В пещерах обнаружены натечные формы. Об этих исследованиях снято несколько фильмов. В 1970 г. к группе присоединился Жак Кусто и экипаж Калипсо.

В 1979 г. Дж. Бенджамин передал свои материалы английской группе подводных исследований в пещерах, что послужило поводом для организации первой английской экспедиции на острова Андрос летом 1981 г. Группа состояла из 8 чел., которые в течение 25 дней обследовали 2000 м в шести подводных пещерах на глубине от 15 до 50 м и семь глубоких озер на северном окончании острова.

Для изучения геологии, гидрологии и биологии объектов, связанных с пещерной системой Блю Хоулз, в 1982 г. была проведена вторая английская экспедиция на острова Андрос. Группа включала 15 человек. Она прошла 1800 м в 6 пещерах на глубине до 63 м, изучила химический состав воды, морфометрию, биологию 15 глубоких озер на острове. Был снят 55-минутный фильм.

Пещерная система Блю Хоулз прослеживается ниже уровня моря на всем протяжении Багамских островов. Многочисленные входы в систему называются «кипящие дыры» из-за их связи с приливно-отливными течениями. Сильные течения в пещерах создают опасность для исследователей. Наибольшую протяженность — 1520 м — имеет пещера Конк Саунд Уан на севере островов Андрос. В ней был установлен рекорд (1982 г.) одиночного проникновения в подводную пещеру — на 1160 м.

Субаэральное происхождение пещер доказал Дж. Бенджамин, обнаружив в них натечи с ядром из чистого кальцита. Четвертичное оледенение в Северном полушарии сопровождалось понижением уровня моря, по данным некоторых авторов, на 120 м, поднятием платформы островов выше уровня моря и активизацией карста. Последующее потепление, таяние ледников и подъем уровня моря привели к затоплению пещер. Определение возраста 9 натечков (21 образец) из пещер ураново-ториевым методом подтвердило эту гипотезу. Возраст их соответствует времени понижения уровня моря в четвертичном периоде. Гляциостатические колебания уровня моря контролировали развитие пещер, которые формировались у подошв линз пресной воды.

На островах Андрос известно 120 глубоких округлых в плане озер, называемых «голубыми дырами». Они имеют насыщенный голубой цвет воды, что отличает их от пресных озер. Диаметр таких озер от 30 до 250 м, глубина до 110 м. Стенки котловин в верхней части вертикальны, с глубиной приобретают уклон. Зона пресных вод в озерах достигает мощности 5—31 м, она сменяется зоной сероводородного заражения, ниже которой отмечается резкое повышение минерализации. Часть озер на глубине связана с пещерами, в некоторых обнаружены сталактиты. «Голубые дыры» имеют, очевидно, провальное-карстовое происхождение. Подобные им карстовые формы — «сеноте» — найдены на Юкатанском полуострове в Мексике.

Е. Г. Максимович, К. А. Горбунова

БИБЛИОГРАФИЯ

Литература по пещерам и карсту
1982

КНИГИ

Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР. — М.: Наука, 1982. — 137 с, ил.

Зверев В. П. Роль подземных вод и миграции химических элементов. — М.: Недра, 1982. — 184 с, ил.

СТАТЬИ

Бельтюков Г. В. Геоморфологические особенности территорий распространения соляного карста//Основные направления развития геоморфологической теории: Тез. докл. к 17 пленуму Геоморфол. комис. АН СССР, Новосибирск, 1—3 февр. 1983. Новосибирск. 1982. С. 20—23.

Венка В. К. Современные геологические процессы на территории национального парка «Гауя» [Латв. ССР]/Современные экзогенные процессы и методы их исследования. Рига, 1982. С. 139—159.

Вистингаузен В. К. Спелеоархеология Алтая//Археология и этнография Алтая. Барнаул, 1982. С. 137—156.

Войлошников В. А. Химическая денудация в Иркутском амфитеатре и его горном обрамлении // Вопросы изучения поверхностных и подземных вод Сибири. Иркутск, 1982. С. 64—69.

Гвоздецкий Н. А. Карст Учетской долины [Юго-Осетинская АО]/Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. 1982. Т. 114, № 1. С. 51—57.

Горелов С. К., Проничева М. В., Мельникова Н. А. Роль погребенного визейского рельефа в формировании коллекторов и ловушек нефти и газа в западной части Оренбургской области//Геоморфология. 1982. № 4. С. 58—64.

Демедюк Ю. Н. Связь морфологии ходов пещеры Оптимистическая [Тернопольская область] с литологией карстующих пород // Физ. география и геоморфология (Киев). 1982. № 28. С. 130—135.

Дубянский И. С., Маликова Г. А. К вопросу определения экономической эффективности строительства в карстовых районах//Взаимодействие сплошных фундаментов плит с грунтовым массивом. Новочеркасск, 1982. С. 131—133.

Землеведение (М.). 1982. Т. 14 (54).

Из содерж.: Чикишев А. Г. Вопросы теории и методики районирования карста. С. 64—71; Бурлешин М. И., Чикишев А. Г. Изучение карста дистанционными методами. С. 72—75; Соцкова Л. М., Дублянский В. Н. Микроклимат карстовых полостей. С. 79—91; Барович В. В. Практическое значение карста Черногории. С. 92—98; Гвоздецкий Н. А. В карстовых районах Венгрии. С. 99—100.

Зенгина С. М. Дешифрирование разрывных нарушений в карстовых районах Украины//Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. 1982. Т. 114, № 3. С. 262—266.

Иконников Е. А. Особенности формирования подземных вод верхней гидродинамической зоны Пермского Предуралья // Формирование подземных вод как основа гидрогеологических прогнозов: Материалы I Всесоюз. гидрогеол. конф., Москва, 1982. М., 1982. Т. 1. С. 378—380.

Инженерная геология. 1982. № 3.

Из содерж.: Маркин Б. П., Харитонов В. П. Суффозионно-провальные явления в пепловых грунтах Камчатки. С. 65—77; Осипов В. И. Международный симпозиум «Инженерно-геологические проблемы строительства на растворимых грунтах», Стамбул, 14—18 сент. 1981. С. 120—121.

Комплексная оценка свойств грунтов и инженерно-геологические процессы. — М.: Стройиздат, 1982. — 162 с.

Из содерж.: Ильин А. Н., Мартин В. И., Ступишин А. В., Хейнсалю Ю. И. Опыт инженерных изысканий и оценки закарстованных территорий. С. 72—81; Толмачев В. В., Горбунова К. А., Зверев В. П. и др. Специальные вопросы изучения карстовых явлений для целей строительства. С. 81—93; Братнина И. А., Лисицын В. В., Миндель И. Г. Геофизические методы изучения карста. С. 93—102; Пушкарев В. В., Толмачев В. В., Метелюк Н. С., Зайцев Г. П. Вопросы проектирования зданий и сооружений в карстовых районах С. 102-111.

Координационное совещание по эффективным конструкциям фундаментов в карстово-суффозионных районах, Челябинск, май 1982 // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1982. № 6. С. 27—28.

Кормилец Ю. С. К развитию карбонатного карста в зоне катагенеза соленосных формаций // Вестн. Харьк. ун-та. 1982. № 228 С. 37—39.

Кучерявых В. И., Абдужабаров М. А. Капкотан-2 — крупнейшая пещера Средней Азии // Некоторые аспекты физической географии Юго-Западного Узбекистана. Самарканд, 1982. С. 29—39.

Максимович Н. Г., Болотов Г. Б. Особенности карстового рельефа Полазнинского участка // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь, 1982. С. 84—87.

Маликова Т. А., Вайнштейн М. С. Проектирование фундаментов зданий на закарстованных территориях г. Москвы // Тр. НИИ оснований и подзем. сооружений. 1982. № 77. С. 105—114.

Маматкулов М. М. К вопросу антропогенной активизации карстовых процессов территории Узбекистана // Вопр. инж. геодинамики (Ташкент). 1982. № 8. С. 122—125.

Мильков Ф. Н., Михно В. Б. Географические проблемы в советском карстоведении // Прикладные аспекты научных современных ландшафтов. Воронеж, 1982. С. 143—151.

Муратов В. М. О стратиграфии позднеплейстоценовых пещерных и склоновых отложений в умеренных широтах Евразии // I Конгресс ИНКВА, Москва, авг. 1982: Тез. докл. М., 1982. Т. 2. С. 194—195.

Мусин А. Г., Вобликов Б. Г. Генетические типы пещер Северо-Восточного Кавказа // Природа и природные ресурсы центральной и восточной части Северного Кавказа. Ordжоникидзе, 1982. С. 23—27.

Мусин А. Г. Региональные закономерности карста как отражение комплекса морфоструктурных и физико-географических особенностей // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1982. № 1. С. 109—112.

Мусин А. Г. Роль карста в преобразовании рельефа суши // Геоморфология. 1982. № 3. С. 54—58.

Мусин А. Г. Устойчивость карстовых ландшафтов и ее показатели // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. 1982. Т. 114, № 3. С. 259—261.

Некоторые геоморфологические процессы и их воздействие на ландшафт и его компоненты. — М.: Наука, 1982. — 103 с.

Из содерж.: Ташеев К. П., Карстовые явления в Смоленской области. С. 54—59; Гвоздецкий Н. А., Жучкова В. К. Формы погребенного мелового карста в Фокинском карьере Брянской области. С. 59—62; Гвоздецкий Н. А. Некоторые наблюдения над карстом Дальнего Востока. С. 62—68.

XI Конгресс ИНКВА, Москва, авг. 1982: Тез. докл. — М. В982. — Т. 3 — 367 с.

Из содерж.: Колосов Ю. Г. Новый метод относительной датировки пещерных археологических памятников. С. 168; Печеркин А. И., Печеркин И. А. Инженерно-геологическое районирование участков (залегания обвального-карстовых отложений). С. 256—257.

Осадчий Л. Г. К прогнозу растворения солевого пласта в основании Рогунской плотины // Сб. науч. тр. / Всесоюз. проект.-изыскат. и НИИ Гидропроект. 1982. № 88. С. 22—29.

Основания, фундаменты и механика грунтов. 1982. № 4.

Из содерж.: Сорочан Е. А., Троицкий Г. М., Толмачев В. В. Комплексные защитные мероприятия при строительстве на закарстованных территориях. С. 16—19; Петрухин В. П., Альперович С. В. Деформируемость оснований при выщелачивании гипса. С. 21—23.

Парабучев И. А. К вопросу об инженерно-геологическом изучении массивов карбонатных пород при создании крупных водохранилищ // Сб. науч. тр. / Всесоюз. проект.-изыскат. и НИИ Гидропроект. 1982. № 82. С. 45—51.

Печеркин И. А. Вопросы изучения карста в инженерных целях // Инж. геология. 1982. № 5. С. 77—80.

Прокопчук Б. И., Левин В. И., Метелкина М. П. и др. Литолого-структурный и геохимический контроль древнего карста на северо-востоке Сибирской платформы // Геология и геофизика. 1982. № 9. С. 54—59.

Селецкий Ю. Б., Приблуда В. Д., Поляков В. Д. и др. (Использование концентратов тяжелого изотопа кислорода при изучении подземных вод закарстованных карбонатных массивов горного Крыма // Водные ресурсы. 1982. № 4. С. 85—90.

Толмачев В. В., Карпов Е. Г., Хоменко В. П. и др. Механизм деформаций горных пород над подземными карстовыми формами // Инж. геология. 1982. № 4. С. 46—59.

Труды Государственного гидрологического института. — Л., 1982. № 286.

Из содерж.: Грейсер Е. Л., Завилейский С. В., Колесов Г. П., Попов О. В. Условия стока карстовых вод Ижорского плато и возможность их электро моделирования. С. 28—52; Рябова М. Б. Оценка влияния тектонической трещиноватости на формирование стока карстовых вод методом аналогового электро моделирования на примере Ижорского плато. С. 52—58; Ратнер Н. С. К оценке подземного стока карстовых районов по гидрометрическим данным (на примере северной части Ижорского плато). С. 58—71.

Формирование подземных вод как основа гидрогеологических прогнозов: Материалы I Всесоюз. гидрогеол. конф. — М.: Наука, 1982. — Т. 2. — 367 с.

Из содерж.: Хордикайнен М. А. Изучение закономерностей формирования трещинно-карстовых вод в целях прогноза их эксплуатационных запасов и сравнение прогностических и фактических данных (на примере Центрального Казахстана). С. 17—21; Морозов В. И. Искусственное восполнение запасов подземных вод в трещинно-карстовых коллекторах юга Украины. С. 86—88.

Хашимов М. А. Инженерно-геологическое районирование карста Юго-Западного Гиссара для строительства // Некоторые аспекты физической географии Юго-Западного Узбекистана. Самарканд, 1982. С. 61—67.

Цицишвили Д. А., Иоселиани М. С., Бугианишвили В. С и др. Исследование проявлений карста на Дурипшском плато в Гудаутском районе Абхазской АССР методами геофизической разведки // Тр./ Ин-т геофизики АН ГССР. 1982. Т. 50. С. 80—93.

Чеха В. А. Древний карст Северо-Сибирской бокситоносной провинции//Геоморфология. 1982. № 2. С. 48—55.

Кипко Е., Лушникова О., Колев К., Христов Т. Определение характера на пазнините, размерите и пространствената ориентация на карстовите кухини във валанжкия водоносен хоризонт на Добруджанския възлищен басейн // Въглища. 1982. Т. 37. № 4. С. 23—25.

ДЕПониРОВАННЫЕ РУКОПИСИ. ПРЕПРИНТЫ

Дублянский В. Н., Баженова Л. Д., Башкин А. И., Тесленко Ю. В. Четвертичные известняковые туфы Горного Крыма: Препринт/Ин-т геол. наук. АН УССР. 1982. № 3. 33 с, ил.

Комарова О. А. Прогноз развития карстово-суффозионных процессов на территории Тульской области // Материалы 9 Конф. аспирантов и мол. ученых: Охрана геол. среды, Москва, 15 марта 1982. М., 1982. С. 94—102. — Библиогр.: 8 назв.— Деп. в ВИНТИ 14.02.83, № 782.

Печеркин А. И., Болотов Г. Б., Катаев В. Н., Маклашин А. В. Опыт изучения тектонической трещиноватости гипсовых массивов для карстологических целей / Перм. ун-т. — Пермь, 1982.— 138 с.— Библиогр.: 62 назв. Деп. в ВИНТИ 03.05.82, № 2142.

1983

КНИГИ

Гергедава Б. А. Подземные ландшафты: на примере карстовых пещер Кавказа. — Тбилиси: Мецниереба, 1983.— 138 с; ил.

Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР. — Ташкент: Фан, 1983.— 150 с; ил.

Тинтилозов З. К. Новоафонская пещерная система. — Тбилиси: Мецниереба, 1983. — 151 с; ил.

Щепинский А. А. Красные пещеры. — Симферополь: Таврия, 1983.— 80 с.

СТАТЬИ

Аникеев А. В. Опыт оценки устойчивости массивов горных пород на закарстованных территориях методом физического моделирования//Вопросы геологической литосферы: 3 Конф. мол. ученых/Ин-т литосферы АН СССР. М., 1983. С. 8—10.

Барышников Г. Ф., Баранова Г. И. Грызуны раннего палеолита Большого Кавказа//Тр. / Зоол. ин-т. 1983. Т. 119. С. 100—138.

Берсенов Ю. И. Карст острова Сахалин и условия его формирования // Палеогеографический анализ и стратиграфия антропогена Дальнего Востока. Владивосток. 1983. С. 50—68.

Бураков А. Д. Карст села Усть-Кишерть Пермской области // Ежегодник, 1982: Информ. материалы / Ин-т геологии и геохимии /УНИ АН СССР. Свердловск, 1983. С. 38—39.

Вартанян Г. С. III Всесоюзное карстово-спелеологическое совещание // Разведка и охрана недр. 1983. № 4. С. 61—62.

Верина В. Н., Ботнарь В. Б., Цариградский В. В. Минеральный состав вод Кривской карстовой пещеры // Географические исследования и территориальная организация хозяйства. Кишинев, 1983. С. 125—132.

Воропай Л. И., Андрейчук В. Н. Структура закарстованных ландшафтов (на примере Прут-Днестровской лесостепной области) // физ. география и геоморфология (Киев). 1983. Вып. 29. С. 25—31.

Геоморфология. 1983. № 2.

Из содерж.: Гвоздецкий Н. А. Глубочайшие карстовые пропасти и крупнейшие пещеры мира и СССР. С. 57—63; Кочетов Н. И. К сравнительной оценке интенсивности карстовой денудации некоторых известняковых массивов Западного Кавказа. С. 68—73.

Гигинейшвили Г. Н. Гидрологическая роль карста Большого Кавказа // Вод. ресурсы. 1983. № 6. С. 143—147.

Гигинейшвили Г. Н., Гвахария В. К., Канделаки В. В. и др. Чирик-кель — глубочайшее карстовое озеро СССР // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1983. № 1. С. 83—89.

Гудзенко В. В., Кирьяков П. А. Радиогенные изотопы в карстовых водах Горного Крыма // Вод. ресурсы. 1983. № 2. С. 175—180.

Добкавичюс М. Д., Марцинкявичюс В. И. Гидрогеологические условия лагунных гипсоносных фаций Северо-Восточной Литвы // Науч. тр. вузов Лит. ССР. Геология. 1983. 4. С. 136—144.

Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З., Коломиец А. Л. Вертикальная поясность конденсации в трещинно-карстовых коллекторах Западной Грузии // Сообщ. АН Груз. ССР. 1983. Т. 110, № 2. С. 333—336.

Иванов Б. Н., Севастьянов Е. М., Шутов Ю. И. и др. Первые результаты экспериментального исследования карстовой денудации в СССР // Геол. журн. 1983. Т. 43, № 3. С. 124—127.

Инженерная геология. 1983. № 1.

Из содерж.: Кутепов В. М. Формирование напряженного состояния массивов горных пород на закарстованных территориях. С. 67—81; Верткова С. К. Возможность прогнозирования масштабов искусственного соляного карста для решения вопросов рациональной отработки калийных залежей. С. 82—92.

Инженерная геология. 1983. № 2.

Из содерж.: Мартин В. И., Толмачев В. В., Ильин А. Н., Саваренский И. А. Основные задачи инженерно-геологических исследований для строительства на закарстованных территориях. С. 59—64; Стручков В. А., Владов М. Л., Калинин А. В., Жигалин А. Д. Проблемы межскважинного сейсмоакустического просвечивания при изучении карстово-суффозионных процессов на территории крупных городов. С. 92—97.

Инженерная геология. 1983. № 5.

Из содерж.: Толмачев В. В., Беляев В. Л., Карпов Е. Г. Система карст-сооружения как основа оптимизации инженерно-геологических изысканий в карстовых районах. С. 55—61; Колосов Е. В., Тычина О. В. Изучение фаз развития и учет возраста провалных воронок при инженерно-геологическом районировании закарстованных территорий. С. 67—74.

Ким Ю. И., Венков Д. А., Фатхутдинов Д. Х. и др. Сравнительный анализ условий образования карстовых бокситов Северного

Казахстана// Месторождения бокситов и их связь с выветриванием: Материалы Всесоюз. совещ. «Коры выветривания и бокситы», Кустанай 2—4 июня 1981. Алма-Ата, 1983. С. 74—83.

Климчук А. Б., Аксель С. Д., Рогожников В. Я. Динамика современного карстового процесса в гипсах Приднестровской Подолии по гидрохимическим данным // Кинетика и динамика геохимических процессов: Тез. докл. IV Всесоюз. симпоз. Киев, 1983. С. 136—137.

Кригер Н. И., Ботников В. И., Лаврусевич С. А. и др. Псевдокарст в лёссовых породах//Геоморфология. 1983. № 3. С. 79—84.

Крузе М. Б., Крузе Н. Л. Условия развития карста Уфимского плато // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь, 1983. С. 63—67.

Куница Н. А., Андрейчук В. Н. Анализ влияния комплекса факторов на процесс каррогенеза // Физ. география и геоморфология (Киев). 1983. № 29. С. 106—118.

Лаврусевич С. А., Лаврусевич А. А. Псевдокарст на территории сельскохозяйственного освоения земель в Таджикистане // Докл. АН Тадж. ССР. 1983. Т. 26, № 11. С. 723—725.

Лебедянская З. П., Барановская И. Л. Определение гидрогеологических параметров по данным прорыва карстовых вод в шахту СУБРа//Сб. науч. тр./ВНИИ гидрогеологии и инж. геологии. 1983. № 150. С. 9—13.

Лёхов А. В. Причины формирования анизотропии проницаемости в массивах карбонатных карстующихся пород // Использование и охрана подземных вод Урала: Тез. Всеурал. науч.-координац. совещ. по рационал. использ. и охране подзем. вод Урала и сопредел. регионов. Свердловск. 1983. Ч. I. С. 46—47.

Мартин В. И., Мулюков Э. И., Колесник Г. С. и др. Об опыте изысканий, проектирования, строительства и усиления фундаментов зданий на закарстованных территориях (на примере г. Уфы) // Инж. геология. 1983. № 4. С. 63—71.

Мовсесян М. А., Асратян В. П., Ананян А. Л., Вартамян Г. О. Некоторые вопросы четвертичного карстообразования на территории Арм ССР//Учен. зап./Ереван, ун-т. Естеств. науки. 1983. № 1. С. 153—158.

Осадчий Л. Г. Прогноз растворения солевого пласта в основании Рогунской плотины // Строительство водоподпорных сооружений из грунтовых материалов. М. 1983. С. 43—46.

Парин Н. В. *Noemacheilus (Troglocobitis) stavostini* sp. n. (Osteichthyes, Cobitidae) — новая слепая рыба из подземных вод Кугитангтау (Туркмения)//Зоол. журн. 1983. Т. 62, вып. 1. С. 83—89.

Рыжов Ю. В., Торсуев Н. П. Единство ионного стока вод карстовых регионов и расчеты современной карстовой денудации // Геогр. и природ. ресурсы. 1983. № 2. С. 175—176.

Смирнов Н. Г., Уразова А. В., Косинцев П. А. и др. Игнatieвская пещера — новое местонахождение ископаемой териофауны Южного Урала // Исследование актуальных проблем териологии. Свердловск. 1983. С. 85—87.

Стругацкий Ю. М. Противокарстовая защита панельных жилых зданий в условиях Москвы // Исследование прочности несущих конструкций сборных многоэтажных зданий. М., 1983. С. 3—11.

Толмачев В. В., Троицкий Г. М. Определение расчетного размера карстовых провалов при проектировании фундаментов на закарстованных

территориях // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1983. № 2. С. 22—24.

Толстых Е. А. Понятие активности экзогенных геологических процессов и единицы ее измерения // Сб. науч. тр. / ВНИИ гидрогеологии и инж. геологии. 1983. № 153. С. 9—18.

Филиппов А. Г., Капитонов Г. А. Карст во вмещающих породах кимберлитовон трубки Айхал // Докл. АН СССР. 1983. Т. 273, М 1. С. 181 — 185.

Цыкин Р. А., Цыкина Ж. Л., Алькова Е. И. Пещеры Ефремкинско-Сыйского участка Июсского района (Кузнецкий Алатау) // Природные условия и ресурсы юга Средней Сибири. Красноярск, 1983. С. 33—47.

Шевченкова Т. Ф. Карстовый процесс бассейна Средней Десны и его народнохозяйственное значение // Динамика природных процессов и проблемы комплексного рационального использования естественных ресурсов юго-западного Нечерноземья, смоленск, 1983. С. 22—30.

Шелковская Н. П. К вопросу изучения и поисков подземных вод на закарстованных территориях юго-восточной части Челябинской области // Гидрометеорологический режим Южного Урала. Челябинск, 1983. С. 16—27.

Шутов Ю. И., Севастьянов Е. М. Высотная зональность нивальной коррозии в Горном Крыму // Геол. журн. 1983. Т. 43. № 6. С. 73—75.

Экзогенные процессы и эволюция рельефа: К XXV Междунар. геогр. конгр., Франция, 1984. — Казань, 1983. — 212 с.

Из содерж.: Станкевич Е. Ф., Ступишин А. В., Субботин Р. С. Камско-Устьинская спелеологическая система и некоторые вопросы сульфатного карста. С. 147—163; Торсуев Н. П. Пути и методы изучения интенсивности современного карсто-спелеогенеза крупных регионов (на примере севера Русской равнины). С. 164—184.

Юсупова И. Ф. Роль карста и органического вещества пород в образовании сульфидной минерализации // Докл. АН СССР. 1983. Т. 272, № 3. С. 680-682.

ДЕПОНИРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

Блоцкий Н. А., Зелепухин Л. П., Роговик М. И. и др. О связи естественного карстообразования, генезиса и гипергенезиса серных руд в Прикарпатье / Ивано-Франк. ин-т нефти и газа. — Ивано-Франковск. 1983.— 13 с. — Библиогр.: 16 назв. — Деп. в ВИЭМС 03.10.83, № 92 мг.

Комарова О. А. О возможности инженерно-геологической оценки и прогноза закарстованности равнинных территорий путем анализа поэлементных карт // Охрана геол. среды и водных ресурсов: Материалы 10 конф. мол. ученых и аспирантов. М., 1983. С. 70—75. — Библиогр. 11 назв.— Деп. в ВИНТИ 02.12.83, № 6482.

Крузе Н. Л., Шимановский Л. А. Условия развития карста Уфимского плато // Тр. конф. мол. ученых геол. фак. / Перм. ун-т. — Пермь, 1983. С. 3—9. — Библиогр. 13 назв. — Деп. в ВИНТИ 06.07.83, № 3696.

Куница Н. А., Андрейчук В. Н. Провалообразование и его прогноз в Мамалыжском карстовом районе (Подольско-Буковинская карстовая область) / Черновиц. ун-т. — Черновцы, 1983. — 9 с. — Библиогр.: 4 назв.— Деп. в УкрНИИТИ 14.06.83, № 485.

Лебедев А. Л., Лехов А. В. Экспериментальное исследование скорости растворения гипса // Материалы 10 науч. конф. мол. ученых геол.

фак. /МГУ. Гидрогеол. М., 1983. С. 44—51. — Библиогр.: 12 Деп. в ВИНТИ 10.06.83, № 3243.

Петров А. Л., Лехов А. В. Экспериментальное изучение вертикальной фильтрационной неоднородности карбонатных пород для решения задач массопереноса в подземных водах//Там же. С. 17—25.

Печеркин А. И., Печеркин И. А., Закоптелое В. Е. и др. Карстологическое районирование Полазненского полуострова / Перм. ун-т.— Пермь, 1982.— 8 с; ил.—Деп. в ВИНТИ 03.01.83, № 16.

Печеркина Л. В. Гидрогеология и гидрохимия Полазненского гипсоангидритового массива / Перм. ун-т. — Пермь, 1983.— 123 с; ил Библиогр.: 78 назв.—Деп. в ВИНТИ 22.06.83, № 3366.

Печеркина Л. В. О выборе участков для строительства на обвальном-карстовых отложениях // Тр. конф. мол. ученых геол. фак. / Перм ун-т.— Пермь, 1983. С. 81—94.— Деп. в ВИНТИ 06.07.83, № 3696.

Потапова Г. М. Районирование карста Южного Мангышлака и юго-западной окраины Устюрта // Изв. АН КазССР. Сер. геол. — Алма-Ата, 1982.— 16 с; ил.— Библиогр.: 9 назв.— Деп. в КазНИИНТИ 28.01.83, № Р406Ка.

Прилепин В. М. Распределение поверхностных карстовых форм на побережье Камского водохранилища//Материалы 10 науч. конф. мол. ученых геол. фак./МГУ. Гидрогеол. М., 1983. С. 84—91. — Библиогр.: 11 назв.— Деп. в ВИНТИ 10.06.83, № 3243.

Тригубко В. П. Гидрогеологические условия массива закарстованных пород высокогорной части Гиссарского хребта // Изв. АН ТаджССР. Отд. физ.-мат., хим. и геол. наук. Душанбе, 1983.— 19 с; ил.— Библиогр.: 18 назв.—Деп. в ВИНТИ 27.07.83, № 4203.

1984

КНИГИ

Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР.—М.: Наука. — 128 с.

Печеркин А. И., Болотов Г. Б., Катаев В. Н. Изучение тектонической трещиноватости платформенных структур для карстологических целей: Учеб. пособие по спецкурсу / Перм. ун-т. — Пермь. — 86 с.

СТАТЬИ

Алиев А. А. Некоторые вопросы возраста и истории развития карста Малого Кавказа (в пределах Азербайджанской ССР) // Изв. АН АзССР. Сер. наук о Земле. 1984. № 6. С. 17—22.

Барон В. А., Савельев А. Ф. Прогнозная оценка влияния гидросооружений на развитие суффозионно-карстового процесса // Изв. вузов. Геология и разведка. 1984. № 1. С. 83—87.

Бурлешин М. И., Чикишев А. Г. Дешифрирование поверхностных и подземных карстовых форм // Современное экзогенное рельефообразование, его изучение и прогноз. М., 1984. С. 122—128.

Вегеле А. Л. Карст бассейна Кара-Чумыша (Салаирский кряж)// Вопр. географии Сибири (Томск). 1984. № 16. С. 58—62.

Вопросы геодинамики и их учет при строительстве.—М., 1984.

Из содерж.: Толмачев В. В., Карпов Е. Г., Беляев В. Л. Комплексный подход к освоению закарстованных территорий. С. 3—10; Бобров С. П., Колесов М. Н., Кузнецов Н. И. Некоторые закономерности распространения карста в юго-западной части Горьковской области. С. 10—17; Журавлева Т. И., Ильин А. Н. Освоение закарстованной территории на примере долины р. Черной в районе

г. Дзержинска. С. 17—26; Ремизов В. Г., Копосов Е. В. Интенсивность современных карстовых процессов в бассейне р. Иletz Марийской АССР. С. 26—34; Журавлева Т. И., Ильин А. Н. Карстово-суффозионные провалы в г. Кентау (Чимкентская область, КазССР). С. 34—40; Шешеня Н. Л. Закономерности распространения подземных карстовых форм в горно-складчатых областях с тропическим климатом (на примере Вьетнама). С. 41—47.

Вопросы изучения инженерно-геологических процессов. — М., 1984.

Из содерж.: Печеркин И. А., Максимович Г. А., Саваренский И. А. и др. Проблемы инженерного карстования. С. 43—50; Белоколоцкий А. И., Лукин В. С., Кожевникова В. Н. и др. Особенности изысканий и проектирования в карстовых районах. С. 50—55; Саваренский И. А., Михайлов Н. А. О техническом нормировании и стандартизации инженерно-геологических изысканий на закарстованных территориях. С. 55—61.

Габачава Д. Ш. Гидрогеологические и инженерно-геологические особенности развития карбонатного карста Грузии // Материалы науч.-произв. конф. по пробл. гидрогеологии и инж. геологии, нояб. 1984: Тез. докл. Тбилиси. 1984. С. 32—34.

Гвоздецкий Н. А. Еще раз о размерах самых крупных карстовых полостей мира и СССР // Вести. МГУ. География. 1984. № 1. С. 89—91.

Денисик Г. И. Антропогенный карст Подолья // География и природ. ресурсы. 1984. № 4. С. 152—154.

Дибиров Д. А., Курбанов М. К. К вопросу распространения карста в районе строительства Ирганайского гидроузла // Тр. / Ин-т геологии Даг. фил. АН СССР. 1984. № 28. С. 84—88.

Дублянский В. Н. Крупнейшие пещеры и шахты мира // География в школе. 1984. № 4. С. 36.

Землеведение (М.). 1984. Т. 15. (55).

Из содерж.: Чикишев А. Г. Районирование карста СССР. С. 56—60; Михно В. Б. Генетические разновидности карстово-меловых ландшафтов степного Заволжья. С. 61—67; Торсуев Н. П., Рыжов Ю. В. Внутригодовая зарегулированность интенсивности современной карстовой денудации гумидных зон. С. 68—73.

Зиангиров Р. С., Миронов Н. А., Христин В. А. Эманационный метод индикации карста // Инж. геология. 1984. № 5. С. 65—76.

Инженерная геология. 1984. № 6.

Из содерж.: Лехов А. В. Аналитическое исследование изменения раскрытия единичных трещин карстующихся пород. С. 63—73; Саломатин В. Н., Рудько Г. И., Андрейчук В. Н. и др. Изучение микроблоковой тектоники карстовых районов геофизическим методом. С. 91—95.

Климчук А. Б., Ротожников В. Я. О влиянии позднечетвертичных оледенений на развитие карста массива Арабика (Кавказ) // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. 1984. Т. 116, № 2. С. 165—170.

Климчук А. Б., Яблокова Н. Л., Ольштинский С. П. Формирование газового состава воздуха карстовых пещер Подолии и Буковины // Докл. АН УССР. Сер. Б. 1984. № 2. С. 19—22.

Кожевникова В. Н. Методика оценки устойчивости закарстованных территорий // Инж. геология. 1984. № 2. С. 26—40.

Комплексные инженерно-геологические исследования для промышленного и гражданского строительства. — М., 1984.

Из содерж.: Хоменко В. П. Геомеханическая модель провалообразования в необводненных песчаных грунтах. С. 69—74; Ильин А. Н. Гидрогеологические условия развития карста в бассейне нижнего течения р. Оки. С. 94—101; Колосов Е. В., Тычина О. В. Опыт изучения четвертичной истории развития провального карстового процесса на примере бассейна Нижней Оки. С. 101—109; Беляев В. Л. К вопросу об оптимизации проектно-планировочных решений застройки на закарстованных территориях. С. 109—113.

Кочетов Н. И. Зональные особенности современной денудации Западного Кавказа//Геоморфология. 1984. № 1. С. 61—67.

Кутепов В. М., Березкина Г. М., Зыкова Н. В. и др. Карстовые процессы и инженерно-геологические свойства глинистых пород // Инж. геология. 1984. № 4. С. 91—103.

Кутепов В. М., Кожевникова В. Н. Оценка устойчивости закарстованных территорий//27 Междунар. геол. конгр., Москва, 4— 14 авг. 1984: Тез. М., 1984. Т. 8, секция 17—22. С. 81—83.

Левин В. И., Метелкина М. П., Прокопчук Б. И. и др. Реконструкция условий накопления меловых отложений в карстовых депрессиях севера Сибирской платформы // Обстановки осадконакопления и их эволюция. М., 1984. С. 221—224.

Лехов А. В., Лебедев А. Л., Фокина Л. М. Кинетика и динамика растворения известняков//Геохимия. 1984. № 11. С. 1757—1765.

Малолетко А. М. Сейсмообусловленный лёссовый карст Приобского плато // Современные геоморфологические процессы на территории Алтайского края: Тез. докл. к конф. Бийск, 1984. С. 37—39.

Муратов В. М., Фриденберг Э. О. Пещерные отложения как индикаторы палеогеографических условий (на примере Малой Воронцовской пещеры) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1984. № 2. С. 67—77.

Пармузин Ю. П. Карст в мерзлых грунтах//Природа. 1984. № 10. С. 34—40.

Печеркин А. И., Болотов Г. Б. Определение скорости химической денудации и возраста подземного карстового рельефа // Геоморфология. 1984. № 2. С. 73—79.

Пещеры: Типы и методы исследования: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т.— Пермь, 1984.— Вып. 19.— 155 с.

Из содерж.: Гвоздецкий Н. А. Карстоведческо-спелеологические исследования в верховье реки Губы (бассейн реки Кубани). С. 6—15; Мавлюдов Б. Р., Морозов А. И. Пропасть Снежная [Абхазская АССР]. С. 15—25; Андрейчук В. Н., Коржик В. П. Пещерная система Золушка [Черновицкая область]. С. 25—29; Деревщикова Н. А., Комаров Ю. Е., Кучиев И. Т. и др. Шуби-Ныхасская пещера [Северная Осетия]. С. 30—37; Дублянский В. Н., Дублянский Ю. В. Образование гидротермокарстовых полостей [Горный Крым]. С. 37—42; Михеев А. А., Русских А. В., Иванов А. Д. Морфометрические показатели некоторых пещер Среднего Поволжья. С. 42—45; Рогожников В. Я. Воднохемогенные отложения в карстовых пещерах — лабиринтах Подольского Приднестровья. С. 46—55; Филиппов А. Г. Перераспределение некоторых элементов в отложениях Аргараканской пещеры (Иркутская область). С. 56—59; Волькенау Е. В., Блинов В. А., Дякин М. Н. Пещера Майская. С. 60—65; Печеркин А. И. Катаев В. Н., Маклашин А. В. Распределение гипса и ангидрита на участке штольни, вскрывающей грот Вышка Кунгурской ледяной пещеры. С. 66—69; Климчук А. Б. Опыт детального изучения водно-механических отложений крупной пещерной системы [Подольско-Буковинская карстовая область]. С. 70—88; Ежов Ю. А.,

Лукин В. С. Модель Ледяной пещеры [Пермская область]. С. 89—93; Малахов В. Е., Костарев В. П. Инженерно-геофизическое исследование пещер Пермского и Башкирского Приуралья. С. 93—96; Данилейко В. И., Горбенко П. П., Висневский В. Г. и др. Об отборе участников длительных спелеологических экспедиций. С. 97—103; Горбунова К. А., Минькевич И. И. Всесоюзному институту карстоведения и спелеологии — 20 лет. С. 104—107; Климчук А. Б., Киселев В. Э. Крупнейшие карстовые полости СССР. С. 110—114; Киселев В. Э. Глубочайшие, длинные пещеры мира. С. 115—116; Валуцкий С. В. Длиннейшие пещеры Пермской области. С. 117.

Природа. 1984. № 3.

Из содерж.: Морозкин В. В. Минералы Куштангских пещер. С. 45—50; Исламов У. И. Сель-Унгур — древнейшая пещерная стоянка Ферганской долины. С. 61.

Природные ресурсы Юго-Запада Узбекистана и рациональное их использование. — Самарканд, 1984.

Из содерж.: Абдужабаров М. А. Место карста Южного Узбекистана в системе природных регионов Туранской физико-географической провинции. С. 8—15; Халимов Р. Х. Псевдокарстовые явления предгорных равнин и северного склона Каратепинского хребта. С. 25—32; Абдужабаров М. А., Кучерявых В. И. Пещеры Байсунского района [Сурхандарьинская область]. С. 36—42.

Проблемы изучения, охраны и рационального использования природных ресурсов Башкирии: Тез. докл. Респ. совещ. 4.2. — Уфа, 1984. — 128 с.

Из содерж.: Мартин В. И. Карстовые воды в южной части Уфимского плато и перспективы их использования. С. 27—28; Кинзикеев А. Р., Мустафин Ш. А., Кузнецов В. С. Возможности использования вод карбонатного массива Мурадымовской структуры. С. 29—30; Сухов В. П. Пещерные месторождения ископаемой фауны мелких млекопитающих Башкирии и их охрана. С. 120—121.

Рябова М. Б. Об оценке водопроницаемости зон повышенной трещиноватости в закарстованных породах // Тр. / Гос. гидр. ин-т. 1984. № 300. С. 104—109.

Савин В. В., Хусаинов И. Ж. Определение критического радиуса карстовой полости // Автомобил. дороги. 1984. № 12. С. 20—21.

Тинтилов З. К., Кипиани Ш. Я. Общие закономерности развития горного карста Грузии // Материалы Межфак. конф. Тбилис. ун-та по естеств. наукам: химия, биология, география — геология, май 1984. Тбилиси, 1984. С. 190—192.

Цыкин Р. А. Обстановки осадконакопления карстовой фациальной области // Обстановки осадконакопления и их эволюция. М., 1984. С. 107—113.

Шаклеин И. Н., Чернявский Б. Г., Юрова М. В. и др. Исследование причин оседания земляного полотна на закарстованном участке железной дороги // Тр. / Моск. ин-т инж. ж.-д. трансп. 1984. № 759. С. 40—51.

Шестов И. Н. Роль гидрогеологических условий и геохимических барьеров в образовании озерных и флювиальных карбонатов // Антропогенные карбонаты для известкования кислых почв Нечерноземья. Пермь, 1984. С. 34—39.

ДЕПОНИРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

Горбатюк О. В., Труфанова Е. П. Применение комплекса методов для оценки состояния геологической среды в районе развития

карстово-суффозионных процессов / ВНИИ ядер. геофизики и геохимии — М., 1984.— 25 с. — Библиогр.: 13 назв. — Деп. в ВИНТИ 8 июня 1984 № 3828.

Дублянский В. Н., Дорощев Е. П., Бородаева Л. А. Гидрохимия Кунгурской ледяной пещеры / Симфероп. ун-т. — Симферополь, 1984.—35 с.—Библиогр.: 20 назв.—Деп. в УкрНИИТИ 30 марта 1984, № 603 Ук.

Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н., Шипунова В. А. К вопросу о происхождении Кунгурской ледяной пещеры / Симфероп. ун-т. — Симферополь, 1984. — 32 с. — Библиогр.: 25 назв. — Деп в УкрНИИТИ 18 мая 1984, № 882 Ук.

Дублянский В. Н., Шипунова В. А., Дублянская Г. Н. Пространственно-временный анализ формирования карстовых полостей / Симфероп. ун-т. — Симферополь, 1984.—43 с. — Библиогр.: 96 назв.— Деп. в УкрНИИТИ 19 окт. 1984., № 1738 Ук.

Кравченко В. С. Закономерности выщелачивания гипсовых пластов на примере Артемовского месторождения в Донбассе / ВНИИсоль. — Артемовск, 1983. — 14 с. — Библиогр.: 5 назв.—Деп. в ЦНИИТЭИпищепроме 2 янв. 1984, № 811 пщ.

Кравченко В. С. Размеры, форма и особенности распространения зон выщелачивания соляных пластов в нижнепермских отложениях Донбасса / ВНИИсоль. — Артемовск, 1983. — 8 с. — Библиогр.: 5 назв.— Деп. в ЦНИИТЭИпищепроме 2 янв. 1984, № 810 пщ.

Макухин В. А., Молодкин П. Ф. Гипсовый карст Северного Кавказа и его районирование / Ред. ж. Изв. Сев.-Кавказ, науч. центра высш. школы. Естеств. науки. — Ростов н/Д, 1984. — 16 с. — Библиогр.: 7 назв.—Деп. в ВИНТИ 1 марта 1984, № 1210.

Мусин А. Г. Некоторые закономерности развития и распространения карста / Чечено-Ингуш. ун-т. — Грозный, 1984. — 9 с. — Библиогр.: 9 назв.—Деп. в ВИНТИ 2 июля 1984, № 4479.

Мусин А. Г. Региональные закономерности карста как отражение количества и сочетаний энергий в ландшафтах/Чечено-Ингуш. ун-т.— Грозный, 1984. — 7 с. — Библиогр.: 9 назв.—Деп. в ВИНТИ 2 июля 1984, № 4480.

Шипунова В. А. Морфолого-генетический анализ ближней части Красной пещеры / Симфероп. ун-т. — Симферополь, 1984.— 26 с.— Библиогр.: 13 назв.— Деп. в УкрНИИТИ 23 окт. 1984, № 1752 Ук.

Научная библиотека Пермского университета

СОДЕРЖАНИЕ

Пещеры

Бальян С. П., Ванян Р. А. Пещеры Армении и пути их хозяйственного использования	6
Дублянский В. Н., Шипунова В. А., Дублянская Г. Н. К проблеме формирования коррозионно-эрозионных полостей	12
Андрейчук В. Н. Некоторые закономерности спелеогенеза на юге Подольско-Буковинской карстовой области	17
Крылова Е. В., Иванов А. В., Киселев В. Э. Карст и пещеры массива Сары-Тала	24
Малков В. Н. О систематике внутреннего рельефа пещер равнинного карста	31
Лукин В. С. Происхождение многолетней мерзлоты на горе Развалка (Северный Кавказ)	37

Гидрогеохимия пещер

Горбунова К. А., Дорофеев Е. П., Максимович Н. Г., Минькевич И. И. Исследование процесса растворения гипсо-ангидритов в условиях Кунгурской пещеры	39
--	----

Методика изучения подземных полостей

Печеркин А. И. Связь крупных пещерных систем сульфатного карста с распределением тектонической трещиноватости	48
Демин Л. В. Методика поиска пещер на Дальнем Востоке	57
Лобанов Ю. Е., Рыжков А. Ф. Стадийность развития пещер зоны активного водообмена в карбонатных отложениях	60
Климчук А. Б., Яблокова Н. Л. Методика изучения газового состава воздуха карстовых полостей	68
Аксем С. Д. Использование программируемых микрокалькуляторов при топосъемке карстовых полостей	77

Биология пещер и спелеомедицина

Бурчак-Абрамович Н. И. Развитие плейстоценовой орнитофауны Кавказа и Крыма (преимущественно по костным материалам карстовых пещер, гротов и навесов)	84
Бендукидзе О. Г. О костных остатках лошадей из пещер Закавказья	85
Кабашнюк В. А., Коробка К. И., Бобылев А. В. Влияние микроклимата пещеры Золушка на гемодинамику и деятельность почек	86
Горбенко П. П., Симйонка Ю. М., Горбенко В. П., Горбачев В. М., Апостолок В. В. Результаты медико-биологических экспериментов по длительному пребыванию спелеологов в карстовых пещерах Подолии.	94
Горбенко П. П., Аликин Ю. С., Горбенко В. П. Влияние экстремальных факторов среды пещер на организм человека	95

В институте карстоведения и спелеологии	
На семинаре «Проблемы гидрогеологии и карста»	97
Спасти Баламутовскую пещеру	98
Судьба Сольлецких пещер-ледников	99
Новости спелеологии	
Спелеологические открытия в СССР в 1985 г.	100
Длиннейшие пещеры мира	101
Глубочайшие пещеры мира	102
Новые данные о крупных карстовых полостях СССР	103
Международные спелеологические встречи в Яворжи, ЧССР (апрель 1984)	107
Экспедиция Пермских спелеологов в пропасть Снежную	109
Исследование пещеры Золушка продолжается	109
Пещера Геологов-2	110
Пещера Российская (Обвальная-2)	113
Находка бернессита в гипсовой пещере	113
Новые данные о пещерах Ясыльского лога	114
Методы изучения полостей, образующихся при разработке полезных ископаемых	115
Развитие замкнутых водопримных полостей в горных породах	116
Потери спелеологии	
А. И. Морозов (1937—1985)	117
Рецензии	
Монография о гидрогеологии карста	118
Книга о пещерах и пропастях Чехословакии	118
Новое учебное пособие Британского спелеологического общества	119
Бюллетень французского спелеологического клуба Мартель	119
Исследования французских спелеологов в 1983 г.	120
Возраст натек в пещерах системы Крейвен	120
Экспедиции английских спелеологов в 1983 г.	121
Несчастные случаи в пещерах Англии	121
Подводные спелеологические исследования	121
Библиография	
Литература по пещерам и карсту	123

CONTENS

Caves

Balyan S. P., Vanyan R. A. Armenian caves and their application in economy	6
Dublajnsky V. N., Shipunova V. A., Dubljanskaja G. N. On the problem of corrosional-erosional caves formation.	12
Andreytchuk V. N. Some speleologie regularities of the Southern part of Podolsko-Bukovinskaja karst area	17
Krylova E. V., Ivanov A. V., Kiselev V. E. Karst and caves of Sary-Tala massif	24
Malkhov V. N. On internal relief systematics in caves under plain karst	31
Lukhin V. S. Permafrost zone origination in Vishkha Mountain (Northern Caucasus)	37

Hydrochetrnistry of caves

Gorbunova K. A., Dorofeev E. P., Maximovich N. G., Minkevich I. I. Investigations of gypsum-anhydrite rock solution in Kungur Cave	39
---	----

Methods of subsurface cavities investigations

Pechorkin A. I. Interconnection between large cave systems and tectonic jointing distribution under sulphate karst	48
Demin L. V. Methods of cave discovery in the Far East	57
Lobanov Yu. E., Ryjkov A. F. Development in stages of caves in carbonate terrains water-exchange zone	60
Klimtchuk A. B., Yablokova N. L. Methods of study of atmosphere gas composition in caves	68
Axem S. D. Application of micro-ECM in karst cavities topographic survey	77

Cave biology and speleomedicine

Burtchak-Abramovich N. I. Pleistocene ornithofauna evolution in the Caucasus and the Grimea (by the data on oscous remnants in karst caves, chambers and dripforms)	84
Bendukidze O. G. On oscous horse remnants from Transcaucasus caves	85
Kabashnjuk V. A., Korobka K. I., Bobilev A. V. Microclimate influence on hemodynamics indices and kidney function in Zolushkha Cave	86
Gorbenko P. P., Simiyonka Yu. M., Gorbenko V. P., Gorbachov V. M., Apostoljuk V. V. Results of medical and biological experiments on long staying of speleologists in Podolje karst caves	94
Gorbenko P. P., Alikhin Yu. S., Gorbenko V. P. The influence of cave media extreme factors on human being organism	95

At the all-union karst and speleology institute	
At the seminar «Problems of hydrogeology and karst	97
To save Balamutovskaja Cave	98
Fate of Soljiletsky ice caves	99
Speleological news	
Discoveries in speleology in the USSR in 1985	100
The longest caves of the world	101
The deepest caves of the world	102
New data about large karst cavities in the USSR	103
International speleological meetings in Yavorji (CSSR, April, 1984)	107
Expedition of Perm speleologists in Snejnaja Aven	109
Investigation of Zolushkha is to be continued	109
Geologov-2 Cave	110
Rossijiskaja Cave (Obvalnaja-2 Cave)	113
Bernessite discovery in gypsum cave	113
New data about Yasylsky balka caves	114
Investigation methods of caves formed under mineral resources exploration	115
Loss of speleology	
A. I. Morozov (1937—1985)	117
Reviews	
Monography on karst hydrogeology	118
Book on Czechoslovakian caves and avens	118
New text-book by British Speleological Society	119
Bulletin of French Speleological Club «Martel»	119
Investigations of French speleologists in 1983	120
Age of dripstones in Craven Cave System	120
Expeditions of English speleologists in 1983	121
Submarine speleological investigations	121
Bibliography	
Literature on karst and caves	123