

551.4

ПЗ1

# Пещеры

*Типы и методы исследования*

ПЕРМЬ 1984

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

PESHCHERY (CAVES)  
THE TYPES AND METHODS INVESTIGATION  
Inter-university collection of scientific transactions

PERM 1984

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. ТИПЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Межвузовский сборник научных трудов

Пермь 1984

УДК 551.44

**Пещеры. Типы и методы исследования.** Межвузовский сборник научных трудов. Пермь: Пермский университет, 1984, 155 с.

Сборник (выпуск 19) посвящен проблемам общей и региональной спелеологии. В нем рассмотрены различные типы пещер Северного Кавказа, Поволжья, Прикамья; описаны глубочайшая пропасть СССР — Снежная и одна из длиннейших гипсовых пещер Подольско-Буковинской карстовой области — Золушка; освещены вопросы методики изучения подземных полостей, минералогии и геохимии пещерных отложений.

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

Печатается по постановлению редакционно-издательского совета Пермского университета

Рецензент: кафедра геологии Пермского политехнического института

Редакционная коллегия

Г. В. Бельтюков, К. А. Горбунова (Пермский университет) — ответственный редактор, В. Н. Дублянский (Симферопольский университет), Н. Г. Максимович (Московский университет), И. И. Минькевич, И. А. Печеркин (Пермский университет) — главный редактор

На обложке: Каскадные натеки Мариинской пещеры. Кизеловско-Яйвинский карстовый район. Фото С. В. Валуйского.

© Пермский государственный университет, 1984

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

В настоящем выпуске освещаются различные типы пещер Кавказа, Приуралья, Приднестровья, Иркутской области, их генезис, геология, морфология и геохимия. Следует отметить статьи о глубочайшей пропасти СССР — Снежной и одной из длиннейших горизонтальных гипсовых пещер СССР и мира — Золушке.

В разделе «Методика изучения подземных полостей» излагаются результаты детального комплексного исследования водномеханических отложений крупной пещерной системы, освещается методика инженерно-геофизических исследований пещер Приуралья.

Сборник включает традиционные разделы «Прикладная спелеология», «Библиография». В одной из статей подводятся итоги двадцатилетней деятельности Всесоюзного института карстоведения и спелеологии. В разделе «Новости спелеологии» приводятся новые данные о протяженности и глубине крупнейших карстовых пещер СССР и мира.

## ПЕЩЕРЫ

УДК 551.44

*Н. А. Гвоздецкий*

Московский университет

### **КАРСТОВЕДЧЕСКО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ВЕРХОВЬЕ РЕКИ ГУБС (БАССЕЙН РЕКИ КУБАНИ)**

Эти исследования проведены летом 1981 г. во время работы Кавказской палеолитической экспедиции Ленинградского отделения Института археологии АН СССР (руководитель В. П. Любин). Район исследований находится в горах Западного Кавказа, в средней части бассейна р. Кубани. Он относится к Северо-Кавказской моноклинали [5], которой соответствует геоморфологическая область куэст Северного Кавказа [16].

Река Губс, впадающая слева в р. Ходзь, — левый приток Лабы, прорезает северную покатость самой высокой из куэст, называемой Скалистым хребтом. В районе исследований ее гребень немного превышает 1000 м над уровнем моря, наиболее высокие вершины поднимаются максимум до 1250 м абс. высоты.

Гребень Скалистого хребта сложен известняковой толщей верхней юры (оксфорд-кимеридж), полого (до 15°) наклоненной на северо-северо-восток. В нее на глубину до 200 м врезано верховье Губса, образующее Борисовское ущелье. Возле палеолитических стоянок, где находился лагерь экспедиционного отряда (Губсский навес № 1, Монашеская пещера), русло Губса расположено приблизительно на абс. высоте 700 м, борта же ущелья приподняты примерно до 900 м.

Полого наклоненная на северо-северо-восток толща известняков оксфорд-кимериджа уходит под гипсоносную свиту титона, которая перекрывается нижнемеловыми песчаниками. Эти породы образуют по левую сторону Губса гору Эквецпоко (ок. 1100 м), поднимающуюся против верхнего окончания Борисовского ущелья. По правую сторону Губса гипсоносными породами титона, бронированными песчаниками нижнего мела, сложена гора Кизинчи (около 1150 м).

В отношении карста интересен вытянутый на восток-северо-восток в сторону станицы Баракаевской (расположена на Губсе ниже Борисовского ущелья) полого снижающийся отрог горы Эквецопко, который вместе с этой вершиной местное население называет Высотами [9]. Восточное поднятие отрога именуют Большим косогором. Гребень всей гряды Высот бронирован песчаниками нижнего мела, а ее неправильно всхолмленный юго-юго-восточный склон, понижающийся в сторону Борисовского ущелья, образован гипсоносными отложениями титона и изобилует карстовыми формами.

В первую половину четвертичного периода в районе Борисовского ущелья существовали широкие, хорошо разработанные долины. К середине периода сформировалась долина пра-Губса. Позднее произошло врезание, в процессе которого образовалось Борисовское ущелье, имеющее вид кругостенного каньона. Первоначально оно было уже, но борта его постепенно раздвигались путем отделения по вертикальным трещинам и обваливания известняковых глыб.

Район Борисовского ущелья находится в горно-лесной высотной зоне, в поясе широколиственных лесов из бука, граба, дуба и т. д., которые обычно занимают участки распространения верхнеюрских известняков и нижнемеловых песчаников. На гипсоносных же породах титона лес сменяется открытым пространством, где деревья и кустарники произрастают в виде полос вдоль оврагов и пятен в карстовых воронках и котловинах. Подобную картину наблюдал В. Б. Сочава восточнее, в бассейне Урупа. Там в полосе распространения гипсов поверхность безлесна, местность напоминает степь с лесными рощицами байрачного типа [14].

Западнее, близ вершины Эквецопко, с увеличением абс. высоты открытые степные пространства с пятнами древесно-кустарниковой растительности в карстовых воронках сменяются остепненными лугами с более обширными перелесками. Эти луга, вероятно, послелесные, и ландшафт может быть охарактеризован как вторичный лесо-лугостепной.

#### *Карст и пещеры в гипсах титона*

Карст в верхнеюрских гипсах (средний титон) на пологом северном склоне Скалистого хребта в западной половине Большого Кавказа распространен широко. Карст в бассейнах рек Ходзь, включая ее левый приток Губс, Малой и Большой Лабы, Б. Тегеня и Урупа охарактеризован М. А. Зубашенко [9], а в средней и восточной частях этой полосы — П. А. Костиным [10, 11]. Он развит и западнее, в долине р. Фарс, а также восточнее, в южной части Минераловодского района, до долины р. Малки [6].

Западнее Б. Лабы среди гипсово-ангидритовых отложений среднего титона пачками мощностью до 20—30 м залегает каменная соль, не выходящая однако на поверхность. Основная порода среднетитонских отложений — ангидрит. На поверхности и на глубине до 100—150 м развиты гипсы. Именно они играют решающую роль в образовании доступных для непосредственного обследования карстовых форм. Большинство поверхностных форм карста и пещер развиты в гипсах.

М. А. Зубашенко [9] отметил карст в бассейне Губса, на левобережье реки. Однако ярко выражен гипсовый карст и на правобережье, на одном из участков поляны Зубкова (ниже Борисовского ущелья).

В местах выхода на поверхность гипсоносной толщи карст распространен повсеместно. Он представлен разнообразными формами и гидрологическими явлениями. В их числе воронки, длинные и округло-лопастные (образованные слиянием нескольких воронок) котловины, слепые балки, мешкообразные долины, рвы, поноры, колодцы, пещеры, естественные мосты, исчезающие под землей водотоки, карстовые ручьи, то протекающие по пещерным тоннелям, то выходящие на поверхность на дне воронок и котловин, источники.

Наиболее распространены воронки. Они различны по размерам и соотношению глубины с диаметром. Множество небольших воронок глубиной и диаметром (или длиной и шириной) в несколько метров. У других эти же параметры составляют десятки метров.

Самая большая воронка встречена на правобережье Губса у наиболее отдаленной от него лесной опушки поляны Зубкова. В плане длина и ширина ее 100 и 70 м, глубина 30 м. Рядом расположены две глубокие воронки (15 и 20 м), но небольшого диаметра (10 и 8 м). Они разделены пониженной перемычкой с естественным арочным мостом. В борту у более глубокой воронки открывается трещинный колодец, а в глубине есть небольшие пещерные ходы.

На левобережье Губса напротив поляны Зубкова находится участок с карстовыми воронками и котловинами на поверхности 30—40-метрового уступа, описанный М. А. Зубашенко [9]. Непосредственно за краевым (со стороны Губса) приподнятым в виде вала барьером расположены глубокие (до 20 м) воронки и ванны с крутыми бортами, густо заросшие деревьями и кустами. Столь же глубокие крутостенные воронки встречены западнее, у подножья облесенного Большого косогора. В борту одной из них есть колодец 10-метровой глубины, а на дне ее под гипсовым обрывом открывается вход в пещерный тоннель высотой от 2 до 10 м и длиной 45 м.

Небольшие воронки часто отличаются крутизной бортов, даже если они не очень глубоки, например, глубиной 7 м при диаметре 10 м.

Сложные котловины, образованные путем слияния нескольких воронок, имеют самые различные размеры, например диаметр 70—80 м при глубине 20 м, 50 м при 7 м или 20 м при 3 м. Узкие и длинные котловины возникли вследствие обвалов потолка тоннелей подземных водотоков. По ним протекают ручьи, появляющиеся на поверхности в верхней части котловины и снова исчезающие под землю в нижней части. Длина одной из таких котловин, расположенной на левобережном плато между бровкой нижнего отрезка Борисовского ущелья и Большим косогором, составляет более 300 м. Она очень глубокая (более 20 м), имеет крутые и отвесные борта. Встречаются здесь и узкие котловины без ручьев, образовавшиеся путем слияния ряда ориентированных вдоль трещины провалов.

Для местности характерны слепые балки. Примером могут служить две расположенные на одной линии слепые балки в буковом лесу на левобережном плато у подножья горы Эквецопко. Верхняя имеет длину 100 м, нижняя — 70—80 м. Слепые концы обеих балок углублены на 4 м. В борту верхней балки есть источник, из которого начинается ручеек, исчезающий в конечном поноре. Густо заросшая байрачным лесом длинная слепая балка среди открытой местности левого склона долины Губса направлена в его сторону ниже Борисовского ущелья. Глубина ее в слепом нижнем конце 15 м. Немного восточнее параллельно ей простирается типичная мешкообразная долина, тоже с байрачным лесом; глубина ее до 20 м. Она орошается ручьем, вытекающим из-под гипсового обрыва в ее верховье. Считают, что ручей служит продолжением водотока, исчезнувшего под землю в 1,5—2 км к западу в нижней части отмеченной длиной (более 300 м) котловины.

Одна из наиболее интересных карстовых систем, описанных нами, обнаружена в буковом лесу на краю левобережного плато над нижним отрезком Борисовского ущелья. Она состоит из карстового, в основном подземного, ручья и ряда «нанизанных» на него провальных форм, на дне которых ручей вскрыт и имеет поверхностное течение. Система начинается глубокой и длинной (90 м) котловиной с ручьем. В нижнем конце ее находится естественный мост, за ним — небольшая воронка, далее — глубокая (20 м) сложная котловина овально-лопастной формы с петляющим по ее плоскому дну ручьем, затем — узкий поперечный ров. Провалом с ручьем

начинается далее карстовый овраг, имеющий цепь провальных окон на дне, через которые просматривается пещерный тоннель с ручьем, протекающим более чем в 4 км от дна оврага. Овраг открывается в воронку на краю обширной пологой карстовой котловины. Общая длина системы от истока ручья в верхней длинной котловине до последнего провального окна — 250 м.

Из обнаруженных и обследованных пещер самая крупная начинается на дне узкой котловины 50-метровой длины, расположенной близ верхнего конца указанной длинной (более 300 м) котловины с ручьем. Пещера имеет сложную (в плане) форму. В одном из ее ответвлений протекает подземный ручей, местами встречаются красивые друзы белых гипсовых кристаллов, известковые натечи. Пещера соединяется с воронкой, расположенной в 60 м от конца котловины, где открывается вход в нее. Суммарная длина пещеры 238 м. В ней водятся летучие мыши. В котловине с входом в пещеру в боковой карстовой полости также живут летучие мыши, колонии которых насчитывают до 40 особей.

Для котловин левобережного 30—40-метрового террасового уступа характерна, как отмечает М. А. Зубашенко, связь закарстовывания с деятельностью речных вод: «Главный процесс карстообразования происходил здесь в тот момент, когда река прорезала себе долину» [9, 119]. По геоморфологическим данным возникновение крупных котловин уступа может быть отнесено к началу верхнечетвертичного времени [Q<sub>3</sub>]. Что же касается остальных карстовых форм — воронок второго порядка на дне этих котловин, воронок и других форм левобережного плато у подножья Высот, поляны Зубкова, то они появились позднее — в голоцене и современную геологическую эпоху.

Пещеры гипсового карста выполняют функции поноров, подвергаясь обводнению во время ливней и снеготаяния. Своды их непрочные, легко обваливаются. Вследствие этого и из-за молодости они не представляют археологического интереса.

*Карстовые навесы, ниши и гроты  
в известняковой толще оксфорда-кимериджа*

Карстовые формы в известняках оксфорда-кимериджа, образующих борта Борисовского ущелья, наоборот, привлекли внимание из-за большого археологического значения.

Борисовское известняковое ущелье Губса имеет длину 4—5 км. В средней части, где известняковая толща приподнята

над руслом речки и дно долины выработано в подстилающих известняки, более податливых размыву горных породах, ущелье расширено и благодаря этому делится на два отрезка — нижний и верхний. Правый борт нижнего отрезка рассечен приустьевой частью долины правого притока Губса — ручья Лубочного (Псеубек).

Породы верхнего горизонта известняковой толщи обваливаются над легче разрушаемыми породами среднего, к которому приурочено наибольшее число навесов и ниш. Огромные сорвавшиеся сверху глыбы скрывают нижний известняковый горизонт, образуя облесенный откос в основании бортов ущелья. Однако известняки среднего горизонта только в редких случаях имеют примесь глины, что характерно для более западного района Скалистого хребта, расположенного в бассейне р. Белой [13]. В большинстве случаев они тверды и крепки.

Большая подверженность процессам выщелачивания и выветривания известняковых слоев среднего горизонта, способствующая образованию многочисленных полых форм в отвесных стенах бортов ущелья и обвалам нависающих над ними масс, связана не с меньшей твердостью самих известняков, как в бассейне р. Белой, а с их структурными и текстурными особенностями. Сами по себе очень твердые и плотные известняки при выветривании распадаются на остросеберные угловатые отдельности либо неправильно округлой формы, либо продолговатые, уплощенные, щеповидные, плитчатые, ориентированные относительно слоев поперек, наискось или параллельно. В некоторых нишах, выработанных в толстых слоях, напоминающих по текстурным особенностям породы лузитана южной части Минераловодского района [6], вследствие их концентрически-конкреционного сложения, выветривание происходит по типу десквамации — отслаивания крупных чешуй, изогнутых подобно участкам сферы, либо плиток-чешуй или кор с неровной поверхностью.

В известняках оксфорда-кимериджа бассейна Губса из подземных и переходных к ним форм карста развиты только навесы, ниши и открытые гроты, освещенные до задней стены через входное отверстие. Значительных по длине пещер, коридоры которых терялись бы во мраке, не найдено.

В бассейне р. Белой в толще известняков оксфорда-кимериджа отмечены подземные коридоры и карстовые воронки [13]. П. А. Костин [10, 11] описал 4 пещеры в верхнеюрских известняках, расположенные на склонах долины р. Уруп, т. е. восточнее нашего района. Еще восточнее, в южной части Минераловодского района, кроме ниш и небольших пещер

типа открытых гротов в обрывах верхнеюрских карбонатных пород, описаны карстовые желоба, длинные цепи воронок и ванн, участки с площадным распространением ванн, воронок и карровые поля в слоистых кимериджских известняках [6].

В бассейне Губса воронки карбонатного карста не встречены. Имеются эффектные формы выщелачивания известняков в виде выступающих в верхней части отвесного обрыва столбов и башен — на левом борту ущелья выше по течению Губса от Монашеской пещеры и против устья ручья Лубочного. Встречаются настенные ячеистые карры — тоже на левом борту ущелья, возле Касожской пещеры — с ячейками до 40 см в длину и 15 см в высоту. В том же борту ущелья ниже Монашеской пещеры встречены «ноздrevатые» формы выщелачивания с углублениями диаметром до 30 см — своего рода настенные карры.

Навесы, ниши и гроты в бортах Борисовского ущелья образуют несколько ярусов, причем особенно многочисленны в средних из них. В средних ярусах прослеживается уровень 60—70 м над руслом Губса, которому в верхнем отрезке ущелья соответствуют Баракаевская пещера с расположенным перед ней длинным навесом, Касожская пещера. В обеих пещерах обитал первобытный человек. Баракаевская имеет культурные слои мустье, а Касожская — верхнего палеолита и бронзового века. Обе представляют собой небольшие горизонтальные полости длиной 8 м. В нижнем отрезке ущелья к тому же уровню относятся Губский навес № 1 и Монашеская пещера с большим навесом. Существовавшие под Губским навесом № 1 стоянки первобытного человека относят к эпохе позднего (финального) мустье и верхнему палеолиту [1, 2, 3, 12, 15]. Монашеская пещера — одна из более крупных (длина 22 м, а до капельной линии навеса — 32—33 м), с большим арочным входом (шириной и высотой 5 м). Она служила долговременной стоянкой-мастерской мустьерских людей [12]. Археологический материал стоянки датируется «эпохой финального мустье» [1, 418]. В. П. Любин пишет о вероятности весьма позднего «в рамках мустье» возраста каменной индустрии [12, 173].

Следующий уровень навесов и гротов средних ярусов прослеживается на 10 м ниже. Основания опирающихся на него навесов, ниш и гротов расположены на высоте более 50 м над руслом Губса. Среди навесов и ниш этого уровня в обоих отрезках Борисовского ущелья есть крупные и морфологически довольно сложные, сочетающиеся с гротами.

С нижним из средних ярусов связаны два соседних грота в верхнем отрезке Борисовского ущелья под Баракаевской

пещерой (35 м над руслом Губса), а в нижнем отрезке — навес Сатанай (Губский навес № 7). Он расположен на 300—400 м ниже (по течению Губса) Монашеской пещеры (21 м над руслом Губса). Найденные под этим навесом археологические остатки относят к концу верхнего палеолита (в котором уже намечился переход к мезолиту), т. е. к финальному верхнему палеолиту. Впервые на Северном Кавказе здесь найден обломок плечевой кости палеолитического человека [4, 15]. Все упомянутые формы могут быть датированы началом и серединой верхнечетвертичного времени ( $Q_3$ ), причем более древними являются Баракаевская и Касожская пещеры, Губский навес № 1, Монашеская пещера с навесом перед ее входом, а самым молодым — навес Сатанай.

Естественно, что по мере врезания долины Губса происходило сперва на соответствующих уровнях образование форм верхних ярусов, а затем — нижних. Русло блуждало по дну ущелья и подмывало борта, в результате чего в их основании формировались навесы и ниши. Благодаря дальнейшему врезанию они оказались высоко над руслом в бортах ущелья.

Современный процесс образования ниш и навесов под действием руслового потока отражен в приустьевой части ручья Лубочного. В его русле в 80 м от устья имеется метровый известняковый порог, а выше и ниже порога, в основании левого борта долины, находятся навесы и ниши, выработанные по наслоению известняков современным руслом. При образовании ниш русловой поток оказывает на известняк эрозионное воздействие, которое подготавливается растворением породы по спайкам зерен [7].

Очевидно, таким путем первоначально образовались многие формы в бортах Борисовского ущелья, в том числе Губский навес № 1, навес перед входом в Монашескую пещеру, навес Сатанай. В дальнейшем потолок и стены этих форм подвергались процессам физического выветривания, десквамации, мокрого шелушения. Свидетельством тому служит остроугольная щебенка, характерная для некоторых горизонтов культурных слоев.

Ниши подобного происхождения обнаружены нами в отвесной известняковой скале у крепости Цибелиум близ Цебельды в Абхазии, на правом берегу р. Кодори.

Гроты Борисовского ущелья Губса в большинстве случаев приурочены к известнякам, расчлененным вертикальной или круто наклоненной трещиной, которая обычно прослеживается в потолке и задней стене грота. Эти формы также встречаются на определенных высотных уровнях (ярусах). На уровнях, соответствовавших древней пойме Губса при врезании

его ущелья, происходило дренирование руслом подземных вод. Их выщелачивающим действием и обусловлена выработка первоначальных полостей гротов, впоследствии также подвергавшихся процессам выветривания, десквамации и т. д. Однако нельзя отрицать возможность участия речных вод в формировании гротов. На Алтае в левом борту долины р. Катунь, где расположены Талдинские пещеры, нижние гроты — большие, с эффектными входными отверстиями — находятся у самого русла реки [8, 74] и полностью или частично заполнены речной водой, оказывающей выщелачивающее действие на известняк.

В верхней части правого борта приустьевого отрезка долины ручья Лубочного над лесистым откосом тянется известняковая стена со множеством гротов. Ряд их продолжается и в обрыве правого борта ущелья Губса ниже устья этого ручья. Выше него в правом борту ущелья также есть гроты, расположенные на разных уровнях, но они не были обитаемы, так как этот борт холодный, экспонирован на север.

В левом борту Борисовского ущелья есть малодобитные карстовые источники, их водообильности препятствует падение слоев на северо-северо-восток, т. е. в сторону от борта ущелья, а также небольшая ширина водосбора структурной террасы, выработанной на кровле известняковой толщи. Родниковые воды, как и речные, служили источниками водоснабжения первобытного человека. Возле родников находятся Баракаевская и Касожская пещеры, навес Сатанай, над самым крупным источником — Монашеская пещера и Губский навес № 1.

Все обитаемые в прошлом гроты и навесы расположены на левом, экспонированном на юг борту Борисовского ущелья, лучше обеспеченным теплом. В. П. Любин [12] обращает внимание на защиту убежищ от ветров стенами ущелья, а также на значение для обитавших в них людей разнообразия окрестных ландшафтов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аутлев П. У. Раннепалеолитические местонахождения бассейна р. Лабы. — Учен. зап./Адыг. НИИ яз., лит. и ист., 1970, т. XI.
2. Аутлев П. У. Мустьерская стоянка в Губском навесе № 1. — В кн.: Кавказ и Восточная Европа в древности. М., 1973.
3. Аутлев П. У., Амирханов Х. А. Новая стоянка в Губском навесе № 1 и ее место в верхнем палеолите Кавказа. — Сб. тр. по археол. Адыгеи. Майкоп, 1977.
4. Аутлев П. У., Амирханов Х. А. Костяной инвентарь стоянки Сатанай (Губского навеса № 7). — Там же.

5. Варданыц Л. А. Сейсмоструктура Кавказа. — Тр. Сейсмол. ин-та АН СССР. М.; Л., 1935, № 64.
6. Гвоздецкий Н. А. Карст района Кавказских Минеральных Вод. — В кн.: Карст и его народнохозяйственное значение. М., 1964.
7. Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста, и практика. М., 1972.
8. Гвоздецкий Н. А. Карст. М., 1981 (Природа мира).
9. Зубашенко М. А. Карстовые явления в верхнеюрских гипсах на северном склоне Западного Кавказа. — Изв. Воронеж, гос. пед. ин-та, 1938, т. IV.
10. Костин П. А. Карст северного склона Скалистого хребта Лабинско-Зеленчукского междуречья (Северный Кавказ). — Изв. высш. учебн. завед., геол. и разведка, 1965, № 9.
11. Костин П. А. Карст Передового хребта и полосы куэст Северо-Западного Кавказа. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. геогр. наук. М., 1966.
12. Любин В. П. Мустьерские культуры Кавказа. Л., 1977.
13. Никшич И. Юрские отложения бассейна р. Белой на северном склоне Кавказа. — Изв. Геол. комит., 1915, т. XXXIV, № 4.
14. Сочава В. Б. Некоторые данные об инверсии растительных ассоциаций в связи с вопросом об инверсиях растительности вообще. — Учен. зап. / Ленингр. гос. пед. ин-т им. М. Н. Покровского, 1948, т. VI, вып. 2.
15. Формозов А. А. Каменный век и энеолит Прикубанья. М., 1965.
16. Щукин И. С. Очерки геоморфологии Кавказа, ч. 1. Б. Кавказ.— Тр. НИИГеогр. Изд-во МГУ, 1926, вып. 2.

УДК 551.442

*Б. Р. Мавлюдов*

*А. И. Морозов*

Институт географии АН СССР

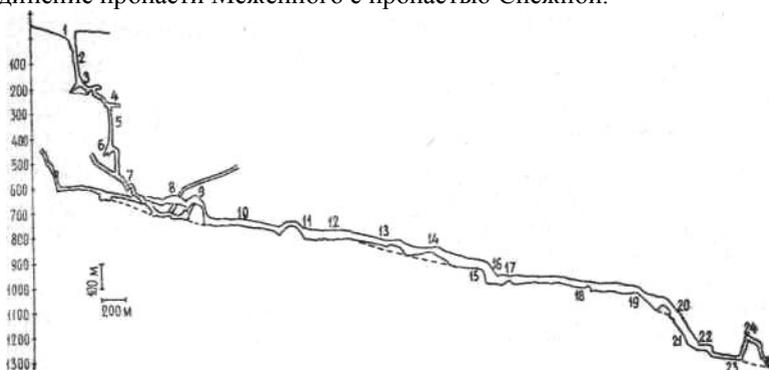
ГИАП

### **ПРОПАСТЬ СНЕЖНАЯ**

Пропасть Снежная расположена в пределах Хипстинского высокогорного карстового массива на южном склоне отрога Раздельный Бзыбского хребта на Западном Кавказе (Абхазская АССР). Ее входное отверстие имеет высоту около 2000 м над уровнем моря.

Пропасть Снежная является в настоящее время не только глубочайшей пропастью СССР, но и самой длинной в СССР карстовой полостью в известняках. Ее глубина в настоящее время составляет 1335 м, а суммарная протяженность ходов — 14,1 км, однако Снежная представляет собой обширную

систему, многие ходы которой не пройдены (рис.). В ноябре 1983 г. группой под руководством В. Я. Демченко было осуществлено соединение пропасти Меженного с пропастью Снежной.



Разрез-развертка пропасти Снежной (по А. Морозову, 1982): 1 — входной колодец; 2 — зал Гвоздецкого; 3 — Большой зал; 4 — галерея; 5 — Большой колодец; 6 — Университетский зал; 7 — ручей Водопадный; 8 — зал Надежды; 9 — зал Победы; 10 — Глубокая река; 11 — зал Дольмена; 12 — Мелкая река; 13 — VII завал; 14 — Гремящий зал; 15 — водопад Рекордный; 16 — зал Усикова; 17 — Глиняный завал; 18 — водопад Озерный; 19 — Ревущий каскад; 20 — зал ИГАН; 21 — водопад Олимпийский; 22 — зал Икс; 23 — зал Пенелопы; 24 — зал Метростройка

#### *Краткая история исследования*

Пропасть Снежная открыта в августе 1971 г. спелеологами Московского университета Т. Гужва и В. Глебовым. Во время трех экспедиций в 1971 и 1972 гг. она была обследована спелеологами секции МГУ до глубины 700 м. Руководил всеми экспедициями М. М. Зверев. Было пройдено и зартировано 2,5 км подземных ходов, открыты два крупных зала (Большой и Университетский на глубинах 200 и 460 м), ряд мелких залов, крупный ручей Водопадный, подземная река, множество колодцев, в том числе крупнейший в пещере Большой колодец глубиной 160 м [1, 4, 12].

Начиная с глубины 460 м главным препятствием дальнейшего прохождения пещеры становятся глыбовые завалы. Особенно мощный пятый завал послужил преградой для целого ряда экспедиций, организованных в пропасть Снежную в 1972—1976 гг. Лишь в 1977 г. В. Федотову, Д. Усикову и

Д. Морозову удалось преодолеть это препятствие и начался следующий этап исследования пропасти. За 1977—1982 гг. Д. Морозовым и Д. Усиковым было проведено 7 экспедиций, в результате которых пропасть изучена до глубины 1320 м. Экспедиции под руководством Т. Немченко удалось летом 1981 г. «углубить» пещеру еще на 15 м.

Благодаря экспедициям было пройдено 11,6 км новых ходов, открыто 13 крупных и множество мелких залов, 6 крупных и ряд мелких ручьев, два мощных водопада (высотой 25 и 32 м). Одновременно начато систематическое изучение водных и воздушных потоков в подземной системе, пещерных отложений, в особенности снежно-ледяных образований во входной части системы [6—9]. С 1979 г. все большее внимание уделяется медико-биологическим исследованиям: поскольку пропасть Снежная является сложнейшим объектом, участники экспедиций 1979—1980 гг. провели под землей свыше 80 дней, а 1981—1982 гг. — 71 день. Влияние тяжелых и непривычных условий на человеческий организм столь длительное время представляет значительный интерес для науки.

Охарактеризуем вкратце основные результаты исследований в пропасти.

### *Морфология*

Пропасть Снежная относится, по классификации Н. А. Гвоздецкого [2], к типу подземных полостей, представляющих собой комбинацию естественных шахт с горизонтальными и наклонными галереями (по З. К. Тинтилозову — комбинированный тип). Она имеет хорошо выраженную вертикальную часть, образованную каскадом колодцев, соединенных сравнительно короткими наклонными ходами, и субгоризонтальную часть, имеющую малые углы наклона галерей (9—20°).

Вертикальная часть пропасти простирается до глубины 550 м и завершается выходом на первый крупный ручей (Водопадный). Основным морфологическим элементом в этой части полости являются колодцы. Входной колодец глубиной около 50 м ведет в систему высоких крутонаклонных щелей (угол 50—70°), заполненную снегом на высоту до 25 м и заканчивающуюся Большим залом (140×90×60 м). Почти вся площадь зала заполнена снежно-ледяным конусом высотой 32 м. Эта часть пропасти имеет эрозионно-коррозионное происхождение и моделирована нивально-гляциальными процессами. Единственный выход из Большого зала — узкий лаз, который выводит в эрозионно-коррозионную систему, не имеющую выхода на поверхность. Здесь на глубине около 230 м появляется первая постоянно текущая вода. Ход,

образованный каскадом колодцев, на глубине около 300 м сливается с еще несколькими ходами и завершается колодцем глубиной 160 м. Уступами колодец разделен на четыре участка. На дне он расширяется, образуя крупный Университетский зал. Пол зала представляет собой поверхность глыбового завала, внутри которого продолжается ход. Истинная конфигурация коренных стенок полости неизвестна. В конце завала полость сужается, превращаясь в колодец, который выходит к месту слияния двух ручьев, образующих ручей Водопадный.

С этого места начинается горизонтальная часть пропасти. Здесь ее основными морфологическими элементами становятся каньонообразные галереи (по классификации А. Г. Чикишева [12]), прерываемые глыбовыми завалами, над которыми обнаружены крупные обвальные залы. Ширина галерей хорошо коррелирует с дебитом водотока. Наибольшую ширину имеет главная галерея пещеры, по которой течет подземная река (от 2 до 5 м). Высота потолка более 30 м. Перечень крупнейших залов дан в таблице.

Горизонтальная часть пропасти Снежной принадлежит, по классификации З. К. Тинтилозова [11], к пещерам древовидного типа. Помимо главной ее галереи исследовано еще шесть галерей, по которым текут ручьи — притоки подземной реки. Из них в трех галереях пройдено примерно по 1 км ходов. В истоке каждого ручья, несомненно, имеется еще не пройденная вертикальная часть. Уже известен целый ряд колодцев, уходящих вверх, от ложа ручьев Струйка, Водопадный, Новый. Таким образом, горизонтальная часть системы объединяет множество вертикальных частей. Можно с уверенностью сказать, что входы в некоторые из них должны лежать выше единственного пока известного.

Самая нижняя часть пещеры, находящаяся после водопада Олимпийского, приурочена к мощной зоне тектонических нарушений. Здесь находится самый большой в системе обвальный зал, который аркой около 5 м четко делится на две половины. Первая половина имеет очень высокий потолок (не менее 50 м), во второй, дальней, высота его не превышает 20—25 м. Затем характер полости несколько меняется. Если до сих пор в главной галерее монолитный потолок везде находился на высоте более 30 м над ложем реки, то теперь высота его снижается; так, около зала Пенелопы (см. план) она не превышает 10 м. Возможно, изменение характера главной галереи на этом участке связано с тем, что река здесь менее способна к выносу материала вследствие малого уклона ложа.

### Морфометрические показатели наиболее крупных залов пропасти Снежной

Зал	Перепад высот от входа до дна зала (средн.), м	Длина, м	Ширина*, м	Высота (прибл.)**, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, (прибл.), м <sup>3</sup>	Данные топосъемки***
Большой	200	140	90	60	5500	200 000	1
Университетский	460	75	50	100	3000	100 000	2
Надежды	640	135	45	25	4000	80 000	3
Победы	650	110	30	30	2000	30 000	3
Анфилада 1	630	140	50	15	6400	70 000	3
Анфилада 2	630	75	40	20	2100	30 000	3
Верхней реки нижний	540	60	20	20	600	10 000	4
Верхней реки верхний	480	90	30	25	1500	40 000	4
Дольмена	770	120		25		20 000	8
VII завала № 1	840	60	20	15		10 000	8
VII завала №2	850					20 000	8
Гремящий	900	60				10 000	8
Усикова	980	40	18	35	600	20000	5
Глиняный	1000	60		20		10 000	6
ИГАН	1150	45	20	25	550	15 000	7
Икс	1300	220	70	50	11000	250 000	7

Примечания: \* Наибольшая;

\*\* Приведенные данные соответствуют нижней границе оценки максимальной высоты потолков;

\*\*\* 1 — Мавлюдов, 2 — Зверев и др., 3 — Мавлюдов и Хуббихожин, 4 — Морозов и Козлов; 5 — Мавлюдов и Морозов, 6 — Усиков и Немченко, 7 — Морозов, Людковский и Ещенко, 8 — Усиков и др.

Галереи притоков подземной реки развиваются в основном по вертикальным трещинам. Они значительно уже главной галереи (ширина около 1 м), имеют примерно такой же наклон и так же во многих местах перекрыты завалами, нигде, однако, не достигающими такой мощности, как на реке. Промежуточное положение занимает ручей Заблуждения — единственный правый приток, галерея которого по своим размерам приближается к галерее реки.

### *Геология*

Пропасть Снежная расположена в южной части Хипстинского карстового массива в пределах Горно-Колхидской провинции спелеологической области Большого Кавказа [2, 4, 5, 11, 12]. Вход в пропасть находится на дне слепой долины временного водотока в горно-луговой зоне.

Пропасть сформирована в южном крыле крупной антиклинальной складки в известняках, доломитизированных известняках и доломитах нижнего мела. Падение пород наблюдается в южном направлении с углами наклона пластов 20—40°. Залегание пород осложнено многочисленными сбросами и флексурами и оперяющими их трещинами. Галереи пропасти развиты в основном по вертикальным трещинам простирания 0°, 70—90°, 110—130°, 150°. Верхняя часть пропасти до глубины 460 м заложена в массивных и толстослоистых известняках ургонской фации баррема, вся нижняя часть пропасти почти полностью приурочена к пласту намывных брекчий нижнего неокома. По данным С. Г. Букия, намывная брекчия сложена угловатыми обломками доломитизированных известняков и сцементирована известковым цементом, мощность пласта достигает 35—40 м. По нашим наблюдениям в составе обломков встречаются известняки, мергели и песчаники, которые в отдельных случаях имеют слабоокатанную форму. Хорошие стратиграфические контакты брекчий не наблюдались в полости. На отдельных участках отмечено залегание брекчий в карманах известняка, иногда встречаются тектонические контакты. На основании этого А. И. Морозов предположил, что брекчии приурочены к древним полостям, по которым развивается современная пропасть.

Большое количество глыбовых завалов в пропасти связано, по-видимому, с тем, что намывные брекчии имеют значительно меньшую механическую прочность, чем известняки, легче размываются, менее устойчивы на сводах. Многие завалы контролируются крупными тектоническими нарушениями. Так, наиболее крупный глыбовый завал под залами Анфилада,

Надежда и Победа контролируется вертикальным разломом общекавказского простирания с зоной дробления и милонитизации пород, превышающей 10 м мощности.

Обвальные отложения в пропасти имеют гравитационное и сейсмогравитационное происхождение и приурочены к участкам наиболее крупных тектонических нарушений. Глыбовые завалы сложены обломками самой разной величины, зачастую величина их огромна (более 1000 м<sup>3</sup>). Обломки не дифференцированы, плотность их упаковки сильно меняется. Зачастую между глыбами образуются полости причудливых очертаний и форм, многие из которых не пройдены. Средняя высота завалов 30—60 м, последний завал в нижней части пропасти имеет мощность около 100 м, а завал в верхнем течении реки — даже более 140 м. По приблизительным подсчетам объем обвальных накоплений в пропасти Снежной превышает 0,8 млн. м<sup>3</sup>, причем более половины их сосредоточено в интервале глубин от 460 до 700 м. На потолках залов над завалами часто наблюдаются плоскости зеркал скольжения, которые как бы «бронируют» их, соответственно, осевшие блоки имеют выровненные поверхности.

Термально-гравитационные отложения формируются во входной части пещеры, в зоне, где сезонно устанавливаются отрицательные температуры, и которая распространяется до 200 м. Представлены они в основном щебнем известняка, их можно наблюдать на полках стен, на поверхности и в толще снега и льда.

Водные механические отложения в пещере развиты очень широко, они встречаются в виде аллювия подземной реки и ее притоков, отложений озер, глинистых отложений, привнесенных через трещины и входное отверстие. Русловые отложения реки и ручьев представлены окатанными и слабо окатанными валунами на более крутых уклонах русла, мелкогравийным материалом и песком — на участках слабого течения. Наиболее тонкозернистый алевритовый материал отлагается в паводки на нижних частях завалов (например, на четвертом, пятом). Валунуны в основном сложены известняками и брекчиями. Более мелкие галечные отложения обнаружены на Дне озер, местами они образуют рыхлые отмели. Даже при небольшом подъеме воды в реке эти отложения ею перекрываются, поэтому широкое их распространение было обнаружено только во время зимних исследований. Крупный гравий и галька состоят преимущественно из известняка, нередко поверхность гальки покрыта пленкой окислов марганца и железа. Широко развиты мелкий гравий и галька, сложенные кремнем, стяжения кремня нередко встречаются в барремских

известняках данного района. Эта галька имеет важное значение как агент механической эрозии.

Озерные отложения попадают редко. Озерные отложения зафиксированы в Большом зале, где они представлены приносимыми с поверхности частицами почвы и гумуса (слои мощностью до 10 см) и остатками растений, в меньшей степени щебнистыми отложениями. Озерными отложениями является песчано-алевритовый материал, отлагаемый временными подпрудными озерами перед завалами и в их основании. Алевритовые отложения на дне зала Икс на глубине 1300 м, очевидно, имеют смешанное происхождение. В их формировании, вероятно, играют роль как озерные осадки, образующиеся во время паводков, так и мелкий обломочный материал, поступающий с временными потоками по трещинам. Мощность этих отложений местами превышает 1 м.

Древние водно-механические отложения отмечены до глубины 280 м. Небольшая аллювиальная терраса высотой 1 м, длиной 7 м возникла на временном водотоке в северо-западной части Большого зала, терраса примыкает к снежно-ледяному конусу. Озерные отложения мощностью до 20 см обнаружены на глубине 280 м на дне Кораллитового колодца. Древние озерные и аллювиальные отложения отмечены на полках вдоль всей стены Галереи от пола до потолка (мощность 15 м). По-видимому, было время, когда Галерея (глубина 280 м) была полностью заполнена рыхлыми отложениями, в дальнейшем они были размыты. О возрасте этих отложений можно судить по тому, что щебень кремня в них выветрился до такой степени, что его можно разрушить руками.

Остаточные глинистые отложения обнаружены в местах воздействия на породу мельчайших капель воды в зонах разбрызгивания водокапов. В небольшом количестве они отмечены на стенах хода Пятнистого Оленя. В зале Надежды на глыбах намывных брекчий мощность остаточных глин достигает 1 см, причем внешне глины сохраняют структуру первоначальной породы.

Водные хемогенные отложения в пропасти Снежной не развиты широко, но весьма разнообразны. Незначительное их распространение объясняется наличием активных водотоков, частой «работой» их в паводковом режиме, слабой минерализацией воды. Наиболее часто встречаются кораллиты и кристаллититы, растущие из водных пленок, с уменьшением водопритока первые замещаются вторыми и наоборот. Кораллиты зафиксированы в основном на участке от Малого зала до Галереи, местами в виде больших скоплений. Кристаллититы

в небольшом количестве найдены уже на глубине 50 м в южной части зала входного колодца в наклонной трещине. Далее они широко развиты над Малым залом, в Вертикальном лабиринте, а также в верхних частях завалов и Университетском зале. Наиболее крупные дендритовые образования такого рода имеются в Цветочном ходе на глубине 650 м, их высота достигает 12—20 см. Здесь же обнаружены отложения чисто белого гидромагнезита в количествах, до сих пор не встречавшихся в пещерах. Гидромагнезит почти не содержит примесей, что подтверждается данными спектрального и рентгеноструктурного анализов. Кроме обычных белых творожистых сухих выделений (сухое лунное молоко) зафиксированы также необычные образования из гидромагнезита, представляющие собой эфемерные конкреции, которые по внешнему виду напоминают безе и обладают перламутровым блеском. Размеры этих конкреций, обычно многослойных, достигают 2—3 см. Растут они на потолке и стенах Цветочного хода, обрушение их с потолка и обуславливает образование отложений рыхлого гидромагнезита на полу хода. Причины накопления гидромагнезита не ясны. По-видимому, оно объясняется особыми климатическими условиями в этой части пещеры и особенностями состава коренного субстрата. В Цветочном ходе встречены также сталактиты, обросшие ветвистыми кораллитами, ориентированными в сторону, откуда поступал влажный воздух. Подобные кораллиты отмечены на спуске к реке с завала в зале Победы. Здесь же имеются разрушающиеся сталактиты, сталагмиты и натечные коры.

Сталактиты, сталагмиты и натечные коры встречаются редко. Большое разнообразие таких натечков характерно для Гремящего зала. В основаниях завалов и на стенах речных галерей зафиксированы геликтиты.

Довольно много в пещере гипсовых агрегатов. В виде антолитов (гипсовых цветов) они отмечены на всех глыбовых завалах ниже 600 м, в верхних сухих частях завалов на глыбах породы или на стенах залов над завалами. Гипсовые корки до 2—3 миллиметров толщиной встречены на Глиняном завале (глубина 1000 м). Гипсовые цветы растут в наиболее сухих участках пещеры, часто вблизи интенсивного потока воздуха (зал Дольмена). Гипсовые цветы небольших размеров отмечены в большом количестве по стенам многих притоков подземной реки (ручей Новый, ручей Водопадный и др.). Во всех случаях они образуют четко очерченные скопления, за пределами которых их нет. В. Н. Дублянский [3] считает, что гипс в пещерах возник в результате окисления

рассеянного в известняках пирита в приразломных зонах и взаимодействия с известняком сернокислых растворов.

Пещерные снег и лед развиты в пропасти до глубины 200 м и сохраняются там круглогодично. На этом участке могут быть четко выделены области питания, транзита и накопления снега. С площади поверхностного снегосбора выпадающий и наметаемый ветрами снег попадает во входной колодец пропасти, оттуда он по системе вертикальных и наклонных щелей проникает в Большой зал, образуя снежно-ледяной конус. Снег, фирн и лед конуса имеют отчетливое слоистое строение. Исходя из количества изученных годовых слоев возраст льда достигает более чем 500 лет. В настоящее время снежно-ледяной конус деградирует из-за того, что малое количество поступающего с поверхности снега не может перекрыть ежегодную абляцию снега и льда. Кроме метаморфического лед в пещере имеет конжеляционное, инфильтрационное и сублимационное происхождение. Конжеляционный лед развит в формах, напоминающих кальцитовые натечные образования: сталактиты, сталагмиты, натечные коры, кораллиты, геликтиты, антолиты. Сегрегационный лед в больших количествах образуется в Большом зале в начале зимы. Общий объем постоянного снега и льда в пропасти превышает  $60000 \text{ м}^3$ .

Происхождение, условия залегания и режим таяния снега и льда в пропасти Снежной подробно рассмотрены ранее [7,8,9].

Органогенные отложения представлены скоплениями гумуса и остатков растений в Большом зале в отложениях временных озер и в толще снега и льда. Поскольку во входной воронке растет несколько берез, в толще снега и льда изредка встречаются их ветви или обломки стволов.

Морфометрическая характеристика пропасти Снежная (вместе с пропастью Меженного) на 1 января 1984 г.: глубина — 1370 м, протяженность ходов — 19 км, площадь —  $63000 \text{ м}^2$ , объем —  $1,74 \text{ млн. м}^3$ , удельный объем —  $92 \text{ м}^3/\text{м}$ , коэффициент Корбеля — 10745.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Галактионов В. В. и др. Самая глубокая карстовая шахта Советского Союза. — В кн.: Землеведение, нов. сер. М., 1974, с. X (50).
2. Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практика. М., 1972.
3. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. Л., 1977.
4. Зверев М. М. и др. Исследование карстовых полостей хр. Раздельный и шахты Снежной. — В кн.: Состояние и задачи карстово-спелеологических исследований. М., 1975.

5. Кикнадзе Т. З. Карст массива Арабика. Тбилиси, 1972.
6. Людковский г. В. и др. Глубочайшая пещера СССР. — Природа, 1980, № 3.
7. Людковский г. В. и др. Об исследовании Снежной — глубочайшей карстовой пещеры СССР.— ДАН, 1981, 259, № 2.
8. Мавлюдов Б. Р. Особенности строения снежно-ледяных накоплений в пропасти Снежной на Западном Кавказе. — В кн.: Материалы гляциологических исследований. Хроника и обсуждение. М., 1980, № 40.
9. Мавлюдов Б. Р. Условия формирования снега и льда в пропасти Снежной. — В кн.: Аккумуляция земного холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. Пермь, 1981.
10. Морозов А. И. Пропасть Снежная — самая большая на территории СССР, — Природа, 1980, № 10.
11. Тинтилозов З. К. Карстовые пещеры Грузии. Тбилиси, 1976.
12. Чикишев А. Г. Пещеры на территории СССР. М., 1973.

УДК 551.44

*В. Н. Андрейчук*

Черновицкий университет

*В. П. Коржик*

Черновицкая ТГХЛ водоохраны

### **ПЕЩЕРНАЯ СИСТЕМА ЗОЛУШКА**

Карстовая система Золушка открыта черновицкими спелеологами в марте 1977 г. у с. Подвирное Новоселицкого района Черновицкой области. К 1 января 1984 г. ее длина по данным топосъемки достигла 76,0 км, а объем полостей превысил 0,55 млн. м<sup>3</sup>.

Изученная часть Золушки представляет собой фрагмент крупной карстовой системы. Это подтверждается спелеологическими, гидрогеологическими и геоморфологическими данными. Пещера сформировалась в верхнетортонских гипсоангидритах южной части Мамалыжского карстового района. Здесь 25—30-метровый сульфатный пласт приближен к поверхности эрозионной деятельностью р. Прут в пределах Хотинско-Мамалыжского поднятия, разбитого субмеридиональными разломами на три блока; величина вертикального смещения пласта достигает 10—20 м. Распространение лабиринта, приуроченного к Кривскому блоку, в западном и восточном направлениях ограничивается сбросами и речными долинами левых притоков р. Прута, в северном и южном — сбросом и флексурой. Площадь Кривского блока составляет примерно 36 км<sup>2</sup>, объем гипсоангидритов — 0,970 млрд. м<sup>3</sup>. Площадь известной части пещеры, спроектированная на поверхность, едва превышает 1 км<sup>2</sup>. Сопоставление этих цифр позволяет предположить, что пещера имеет продолжение. Поверхностные

карстопроявления в виде воронок, замкнутых понижений и озерных котловин [8] встречаются на I—IV террасах р. Прут. Естественных выходов на поверхность гипсоангидритов в районе нет.

Вход в пещеру вскрывается Кривским гипсовым карьером в левом склоне долины ручья Пацак недалеко от выхода его на нижнюю террасу р. Прут. Мощность надгипсовых отложений достигает здесь 30 м и более. Четвертичные отложения представлены серыми лесными почвами (0,8—1,0 м); лёссовидными суглинками с двумя горизонтами ископаемых почв (4,2—12,0 м); желтовато-коричневыми глинами, переходящими в зеленовато-серые тонкослоистые (8,0—10,0 м); мелкозернистыми аллювиальными песками с прослоями гальки (2,0—5,0 м). Ниже залегают верхнеторсионские глины с пропластками известковистых песчаников (2,0—4,0 м); рыхлые глинисто-литотамниевые отложения с частыми прослойками песчаника и сцементированных гипсовых кристаллов (1,6—4,5 м); еще ниже — линзы хемогенных известняков мощностью до 0,5—0,8 м, переходящие в гипс.

Гипсы, преимущественно светло-серые и желтовато-серые, представлены скрыто- и мелкокристаллическими разновидностями в основании разреза, средне- и крупнокристаллическими в его верхней части. В стенах котлована и подземных полостей нередки скопления прозрачных кристаллических гипсов с медово-желтоватым оттенком. В верхней части пласта хорошо выражены волнообразные дислокации. Снизу гипсы подстилаются маломощными обводненными песчаниками и известняками мела.

До заложения карьера карстовые полости были обводнены. В настоящее время котлован поддерживается в рабочем состоянии за счет водоотлива не менее 20 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Вследствие образования крупной депрессионной воронки прилегающие к карьере участки карстовой системы осушились.

Золушка представляет собой ступенчатый лабиринт, заложенный преимущественно в верхней части пласта гипса. Своды галерей и залов верхнего этажа часто образованы подошвой известняка. В пещере преобладают лазы овального сечения. Определение размера и формы полостей затрудняется в связи с их заполнением глинистыми отложениями на 30—90%.

По морфологическим и морфометрическим признакам в пещере выделяется 15 районов. Пещера в целом отличается крупными размерами полостей. В южных привходовых районах лабиринта Заблудших и зала Античного высота коридоров (при средней ширине 3—5 м) не превышает

1,5—2,0 м, в лабиринте Метрополитен средняя высота ходов колеблется уже в пределах 4—6 м, а высота коридоров Готического района и Колорадо достигает 10—16 м. В местах интенсивного тектонического дробления пласта межкоридорные монолиты превращаются в колонны крупных залов. Площадь и объем залов Античного составляют соответственно 3020 м<sup>2</sup> и 5660 м<sup>3</sup> (при длине 100 м), Черновицких Спелеологов — 6570 м<sup>2</sup> и 23103 м<sup>3</sup> (при длине 172 м), Динозавра (с прилегающими галереями) — 4636 м<sup>2</sup> и 25990 м<sup>3</sup>. Форма Золушки в плане в целом аналогична форме лабиринтовых пещер Подолии. Она развита в основном по трещинам с простираем 20—50°, 90° и 300—330°. Почти везде глинистый пол пещеры осложнен полигональными трещинами глубиной 0,1—1,0 м, местами встречаются воронки и западины.

Пещерные отложения, кроме донных глин, представлены глинисто-кальцитовыми шнурами-сталактитами, в значительной степени покрывающими своды и стены некоторых коридоров, туфовыми ноздреватыми налетами и «бра» по стенам и потолку, кулисами толщиной 2—20 см, под разными углами пересекающимися и местами перекрывающимися коридоры.

В пещере встречено более 60 озер и обводненных участков. Их можно подразделить на несколько групп: водоемы в понижениях коридоров и воронках, водоемы-колодцы, водоемы — обводненные щели и водоемы-лабиринты. Наибольшими из озер являются Крокодил и Наутилус (длиной 25 и 18 м, глубиной 0,5—2 м). Дно таких озер сложено глиной. Водоемы-колодцы представляют собой обводненные «окна» в нижние этажи системы с глубинами более 4—5 м. В западной части лабиринта и на Венеции отмечены слабопроточные воды. В 1981—1982 гг. зафиксировано резкое, местами до 4—5 м, колебание уровня озер.

Интересны крупные воронкообразные и цилиндрические колодцы с отшлифованными водой стенами. Глубина их достигает 16—20 м при верхнем и нижнем диаметрах соответственно 8 и 4—5 м. Ряд колодцев вскрывает обводненные галереи нижнего этажа.

Пещера сохраняет все черты полостей, формирующихся в зоне полного насыщения. В настоящее время она претерпевает ускоренный в сотни и тысячи раз переход в осушенное состояние.

Морфология пещеры четко отражает структурно-тектонические условия ее формирования. Порайонные различия направлений и плотностей ходов связаны с микроблоковой структурой. Микроблоки площадью менее 1 км<sup>2</sup> характеризуют неоднородность Кривского мезоблока, являющегося составной

частью Хотинско-Мамалыжского структурного поднятия — макроблока площадью 250 км<sup>2</sup>. Предварительное исследование показало, что пещерные районы могут быть связаны как с участками однотипной внутримезоблочной трещиноватости (Метрополитен, Голландский сыр), разобщенной зонами ее разуплотнения (такие районы часто соединены лишь одним-двумя ходами), так и с зонами крупных нарушений и их пересечений (районы Черновицких Спелеологов, Перспектив). Нарушения могут ограничивать пещерные районы зонами обвалов и высыпок.

Для объяснения морфологии и морфометрии пещеры в целом и отдельных ее районов необходим анализ порядковой структуры пещерообразующих трещин. Ранг нарушения определяется количеством примыкающих к нему трещин (ходов). Если к пещерному ходу, заложеному по нарушению, со стороны лабиринта прилегает 7 трещин-ходов, то это нарушение седьмого порядка, если 2 — то второго и т. д. В Золушке самый высокий порядок — восьмой. Нарушения высоких порядков (6—8) образуют пещерный «каркас». Они представлены северо-западным и северо-восточным направлениями при резком преобладании северо-восточного. Высокопорядковые нарушения часто являются «сквозными» по отношению к пещерным районам. «Скелет» пещерных районов образован ходами-нарушениями третьего-пятого (средних) порядков. Здесь также преобладает северо-восточное направление. На низких порядках (0—2) ходов преобладает северо-западное простирание. Между порядками нарушений и размерами развитых по ним ходов в целом существует прямая зависимость. Исследования показывают, что системы трещин в мезоблоках носят автономный характер. Различие в элементах залегания мезоблоков отражает положение последних в контуре макроблоков, однотипных по характеру тектонических движений. Не случайно, что преобладающее направление трещиноватости смежных Кривского и Мамалыжского мезоблоков, располагающихся в одной южной части Хотинско-Мамалыжского макроблока, практически совпадают. Представление о макроблочном контроле мезоблочной трещиноватости позволяет считать ее доразломной относительно сбросов, разделяющих мезоблоки.

Трещины формировались на протяжении всей истории развития блоковых структур, начиная с верхнего тортона, создавая условия для пещерообразования. В конце миоцена — начале плиоцена в связи с опусканием Предкарпатского прогиба платформенная окраина начала «растрескиваться» на параллельные ему «ступени» северо-западного простирания, что

отразилось и на внутриблочной трещиноватости. Первичный характер нарушений северо-западного направления запечатлелся как в первичной речной сети Прикарпатья, так и в отложениях Золушки. Для пещеры характерны кулисы, которые перегораживают коридоры, иногда разделяют их на камеры. Они представляют собой заполнитель первичных трещин, сохранившийся после растворения гипсов. На графике простираний кулис преобладает северо-северо-западное направление, что подтверждает сказанное. Трещинный заполнитель зафиксировал верхнетургонский этап формирования пещерной системы. В кулисах наряду с обломками известняков, сцементированных пористой алевролито-песчано-известковой массой, встречаются их пористые рыхлые и плотные кристаллические разновидности. Возможно, что заполнение первичных трещин произошло во время верхнетургонского континентального перерыва [2, 6].

Таким образом, пещерная система Золушка представляет несомненный интерес для карстоведов и спелеологов с точки зрения ее связи с тектоникой, эволюции гидрогеологических условий, спелеолитогенеза, развития ее в условиях искусственного осушения, возможности использования в туристских целях. Все это делает актуальной постановку вопроса об организации на ее основе спелеологического стационара.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практика. М., 1972.
2. Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины. Киев, 1980.
3. Коржик В. П. Туристские возможности использования пещер Черновицкой области. — В кн.: Исследование карстовых пещер в целях использования их в качестве экскурсионных объектов. Тбилиси, 1978.
4. Коржик В. П. Новая крупная гипсовая пещера Золушка.— Докл. АН УССР. Сер. Б, 1979, № 11.
5. Коржик В. П., Андрейчук В. Н. Особенности микроклимата пещеры Золушка и возможности его практического использования. — В кн.: Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. Пермь, 1981.
6. Ломаев А. А. Геология карста Вольно-Подоллии. Киев, 1979.
7. Максимович Г. А. О стадиях развития горизонтальных карстовых пещер в карбонатных отложениях. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1969, вып. 7(8).
8. Одинцов И. А. О геоморфологических особенностях юго-восточной окраины приднестровской гипсовой полосы. — В кн.: Научный ежегодник Одес. ун-та, геогр. фак-т, 1960, вып. 2.

*Н. А. Деревщицова, Ю. Е. Комаров, И. Т. Кунаев, К. П. Попов*  
Северо-Осетинский государственный заповедник

### **ШУБИ-НЫХАССКАЯ ПЕЩЕРА**

Первые упоминания о карстовых явлениях в Северной Осетии находим в трудах путешественников по Военно-Осетинской дороге. Так, В. Соллогуб отмечает: «...в шести верстах от завода (Алагирский серебряноцинковый. — Н. Д. и др.), из отвесных, покрытых кустарниками скал, откуда добывается плита для станичных строений, бьют обильные серные ключи, образуя бассейн под навесом пещеры...» [12]. О пещере с подземным озером глубиной до 7 м, наполненным сероводородной водой, пишет В. Л. Альбанский [1]. Упоминания о пещерах с древними языческими святилищами и скоплением костного материала в ущельях горной Осетии есть в работах академика А. Я. Гюльденштедта, так, в 70-х гг. XVIII в. он отмечал наличие черепов зубров в пещерах Урухского ущелья. Н. Я. Динник в 1890 г. описал экскурсию в пещеру Олиай-дон (Дигори-изад) [2]. Однако только в советское время началось основательное изучение карстовых явлений Северного Кавказа [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14].

В области куэст Скалистого хребта Большого Кавказа широко развиты карстовые формы рельефа: пещеры, шахты, колодцы, гроты и т. д., приуроченные к карбонатным отложениям нижнемелового и верхнеюрского возраста. Из наиболее известных карстовых пещер в Пастбищном и Скалистом хребтах Северной Осетии частично описаны пещеры Нывжинлагат, Университетская, Дзивгиская, Тарская и Даргавская [7]. С 1978 г. нами начато исследование Шуби-Ныхасской пещеры, обнаруженной у подножия Скалистого хребта в урочище Шуби (в 2 км к югу от пос. Тамиск, западный склон горы Кариу-хох).

Вход в пещеру находится в 250 м от р. Ардон, на правом берегу ручья Кройгом, в 5 м от его русла. Абсолютная высота у входа 730 м.

В системе районирования карста Большого Кавказа [5] район, в котором расположена пещера, относится к карстовой области восточной части полосы куэст; для него характерно моноклинальное залегание известняков с наличием складок и надвигов. Карстовая полость данной пещеры (общей длиной более 1000 м) представлена широкими залами и проходами с сильно наклоненными стенами и обилием сталактито-сталагмитовых образований.

Пещера расположена в области Карцинского разлома [13] в нижнемеловых валанжинских известняках и гипсоносных породах верхней юры [6]. В 300 м от входа, в пойме р. Ардон, наблюдается выход мощных Тамиских серных источников, образующихся путем выщелачивания гипсов из титонских отложений [13]. На противоположном берегу р. Ардон, у Военно-Осетинской дороги, имеется и подземное карстовое озеро [1]; в результате взрывных работ вход в пещеру с озером в настоящее время завален. Шуби-Ныхасская пещера образована в толстослоистых известняках Северо-Кавказской моноклинали. Многие ее полости приурочены к тектоническим трещинам и расположены наклонно. В пещере отмечены крупные обвалы. В связи с этим можно предположить, что происходит постепенное повышение общего гипсометрического уровня пещеры (обвал сводов и соответственно поднятие дна за счет обвальных пород в периоды сейсмической активности).

В регионе процессы карстообразования в настоящее время протекают менее интенсивно, чем глубинная речная эрозия и неотектоника, что хорошо прослеживается в поперечных долинах, пересекающих известняки верхнеюрского возраста. Об этом свидетельствуют карстовые источники, вытекающие из известняков и расположенные на 200—400 м выше современного дна долины р. Ардон [11].

#### *Морфологическая характеристика*

Ширина входного отверстия пещеры 5 м, высота 2 м. В Верхнем (названия коридорам даны авторами) коридоре, высота которого колеблется от 2 до 7 м, потолок сводчатый, местами щелевидный. Стены изъедены неглубокими каррами. Пол ровный, обвальный материал накапливается в конце коридора, длина которого 73 м. Натечные образования практически отсутствуют, за исключением незначительных натечков кальцита. В середине коридора имеется ниша с лазом, уходящим вниз, в зал 1 (рис. 1).

Длина зала 1—18 м, ширина — 8, высота — от 3 до 4,5. Потолок зала со множеством ниш, изрезанно-ступенчатый; на нем явно просматривается слоистость известняков, свисают небольшие (до 10—15 см) сталактиты. На полу обнаружены небольшие сталагмиты и скопление глинистого материала, несколько глыб известняка, упавших со свода. Наблюдается редкая капель.

Из зала 1 можно попасть в Подковоносный коридор. Извилистый переходный коридор (длина 38 м, ширина 1,5—2,2 м, высота 0,83—1 м) имеет неровные стенки с натечками

кальцита в виде ребристых желваков и множество боковых ниш. На полу мощная «броня» кальцитовых корок. В Подковоносном коридоре (длина 65 м, ширина 2,5, высота 8,5—2,2) представлены все формы натечных образований (рис. 2).

В середине коридора находится колонна толщиной до 15 см. На полу много массивных, пагодообразных сталагмитов толщиной до 20 см. Потолок сводчато-щелевидный. Стены украшают бороздчатые натёки кальцита с многочисленными гребешками переходных конических сталактитов. Коридор заканчивается обвалом с узкими нишами и лазами. Отмечена обильная капель.

Из Подковоносного коридора через лаз шириной 2,5 м и высотой 1,2 м можно пройти в Сталактитовый коридор (рис. 3) длиной около 147 м, шириной 3—5, высотой до 15—20 м. Потолок его щелевидно-сводчатый. По оси коридора в своде проходит тектоническая трещина, которая кое-где замаскирована натёками кальцита. Здесь отмечена большая влажность — стены мокрые, наблюдается обильная капель,

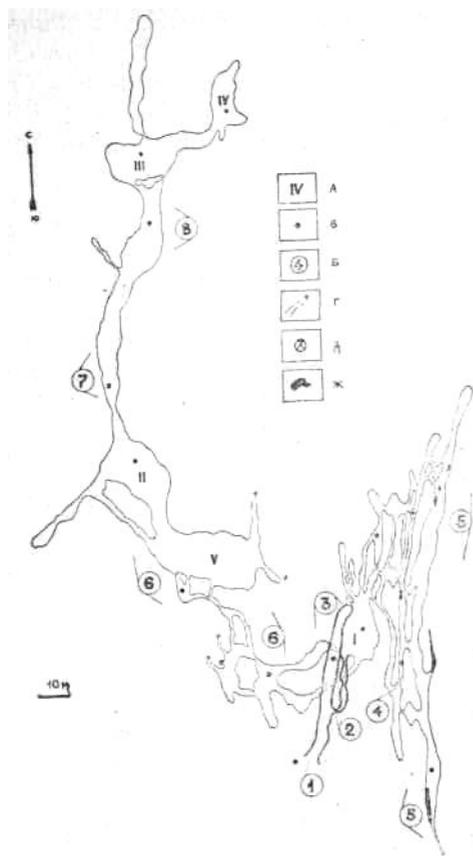


Рис. 1. План Шуби-Ныхасовской пещеры: В — точки измерения  $T^{\circ}$  и влажности; Д — колодец; А — номера залов; Б — наименование частей полости: 1 — вход, 2 — спуск на нижний этаж (к залу 1), 3 — верхний коридор, 4 — Подковоносный коридор, 5 — сталактитовый коридор, 6 — глыбовый коридор, 7 — 1-й глиняный коридор, 8 — 2-й глиняный коридор; Г — неисследованные проходы, Ж — водоемы

местами вода стекает непрерывными струйками. Обнаружены несколько небольших водоемов у основания стен и заполненные водой ниши. Стены покрыты влажной глинистой

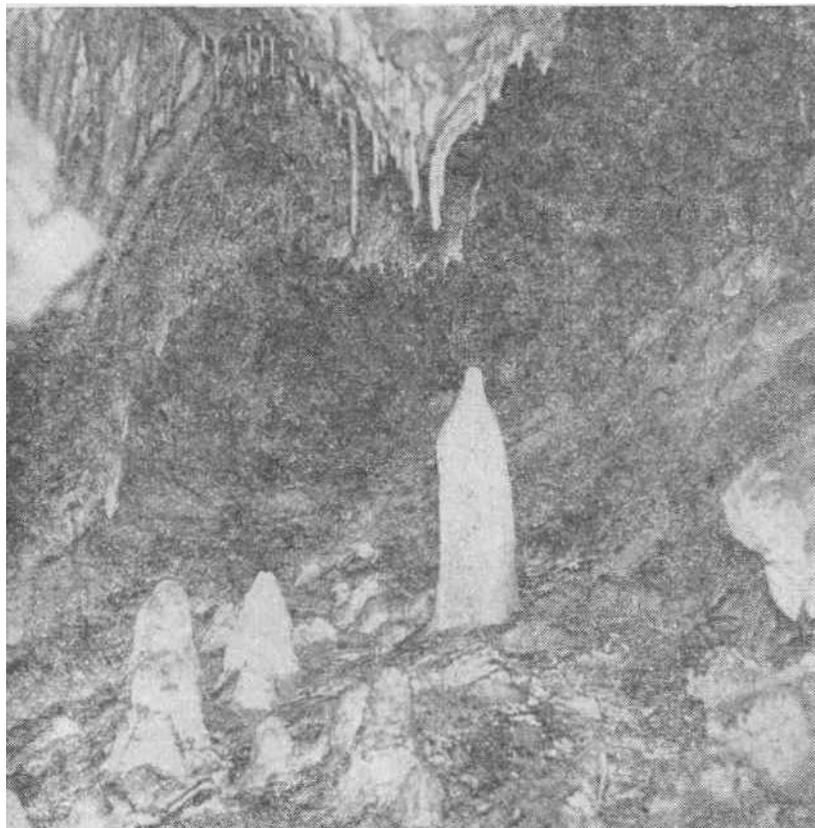


Рис. 2. Подковоносный коридор

массой, вымываемой сверху. Отчетливо проявились результаты эрозионно-коррозионного действия воды. Дно коридора неровное, угловатое, со скоплением глины и камней. В этом коридоре самая большая колонна (до 30 см в диаметре).

От зала 1 начинается длинный Глыбовый коридор (длиной 158 м), ведущий в залы 2 и 5. Стены коридора неровные, разбиты поперечными тектоническими трещинами и изъедены глубокими каррами до 0,8—1 м. На полу масса обвального материала.

От зала 2 начинается Глиняный коридор 1 и 2, где наблюдаются большие толщи глин (до 1,5 м). Ровный пол чередуется с участками, заваленными глыбами. Потолки аркообразные

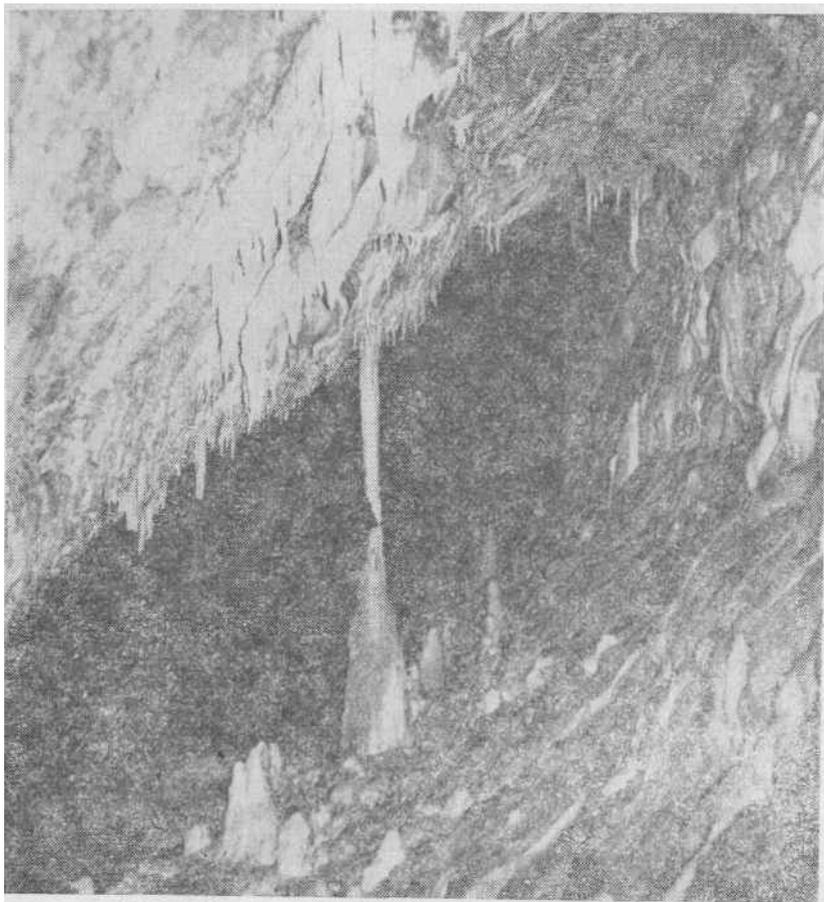


Рис. 3. Средняя часть Сталактитового коридора

с узкими трещинами, стены влажные, покрыты глинистыми отложениями, сильно изъедены каррами. Высота коридоров от 0,8 до 1,6 м, ширина 2,5—3. Сталактиты и сталагмиты отсутствуют. В коридоре 2 капель обильнее. Этот коридор переходит в зал 3, имеющий длину 22 м, ширину 10—12 и высоту до 9. Дно зала завалено многотонными глыбами.

### *Гидрологическая характеристика*

По характеру питания пещера относится к типу пещер-попюр. Ручьев в пещере нет. В Сталактитовом и Подковоносном коридорах встречаются небольшие водоемы с четко выраженными годовыми колебаниями уровня воды. Минимальный уровень в зимний период отличается от максимального (полоса уровня паводковых вод) на 35 см. Температура воды в коридорах колеблется от 5 (Подковоносный) до 7° (Сталактитовый). В пещере можно выделить две части, различные как по морфологии, так и по гидрологической характеристике. Восточная ее часть обводнена сильнее, в ней более значительны обильные натечные образования, отмечены временные и постоянные водоемы. Коридоры западной части обводнены слабее.

Во многих залах и коридорах отмечены мокрые стены как следствие просачивания из трещин воды и конденсации влаги. Капез, наиболее обильный в Сталактитовом коридоре, осуществляется из тектонических трещин в своде. Скоплений льда не отмечено. Однако в Верхнем коридоре, недалеко от входа в пещеру, ежегодно образуется ледяной сталагмит, иногда несколько, расположенных рядом. В отдельные годы, особенно с влажными зимами, высота его достигает 1,5 м. Зимой 1980—1981 гг. (малоснежной) высота сталагмита не превышала 30 см, а диаметр — 10 см. В суровую зиму 1981—1982 гг. поголок и стены Верхнего коридора покрывались ледовой коркой.

В пещере встречен колодец глубиной 10 м. Из аллохтонных заносов обнаружены два древесных листа. В западной части карстовой полости сосредоточены мощные скопления глинистого элювия.

### *Микроклиматическая характеристика*

Данные о температуре воздуха полости получены на основе метеонаблюдений, организованных в 15 пунктах (рис. 1). Измерения влажности осуществлялись еженедельно при маршрутных исследованиях (через каждые 30 м) с помощью аспирационного психрометра. Все наблюдения проведены в холодный период года (конец декабря 1980 — начало апреля 1981 г.).

Особенности строения полости сказываются на температуре и влажности воздуха, которые увеличиваются в направлении от входа к ее замкнутым концам. В 1980—1981 гг. они изменялись соответственно от 3 до 7,8° и от 93 до 98%. В восточной части пещеры температура и влажность в среднем за

период наблюдений были несколько выше ( $6,2^{\circ}$ , 97%), чем в западной ( $6^{\circ}$ , 96%). Отличительной чертой метеорологического режима является незначительное суточное колебание метеозлементов. Привходовая «уравнивающая» зона (Верхний коридор, зал 1) характеризуется наиболее сильными колебаниями микроклиматических параметров:  $1,9-0,8^{\circ}$ ; 20—16%. По мере удаления от входа (Подковоносный коридор, залы 2, 3, 4) амплитуда колебаний указанных метеозлементов постепенно уменьшается от  $0,8$  до  $0^{\circ}$  и от 2 до 5% (температура воздуха на поверхности изменяется от  $4,5$  до  $-5^{\circ}$ ). В северной части пещеры, от зала 3 до замкнутого конца, колебаний температуры и влажности не наблюдается, значения их постоянны:  $+7,8^{\circ}$  и 97%.

В движении воздуха пещеры главную роль играют изменения температуры на поверхности (чем ниже температура воздуха на поверхности и, соответственно, больше разница между температурой внутреннего и наружного потока, тем более четко проявляется циркуляция внутри полости). В Верхнем коридоре и узком проходе, соединяющем этот коридор с нижним этажом (зал 1), тяга воздуха отличается наибольшей силой. В холодный период воздушный поток был направлен внутрь пещеры.

#### *Фауна пещеры*

В данной пещере зимуют пять видов рукокрылых: малый (11 особей) и большой (9) подковонос, остроухая (более 1000) и усатая (1) ночница, серый ушан (1). Самая большая зимовальная группа остроухой ночницы (около 500 зверьков) находилась в зале 1. Особи этого вида отмечены в Сталактитовом коридоре, залах 2, 3, 4, 5 и прилежащих к ним проходах. Большой подковонос зимует в трещинах на своде Сталактитового коридора, Глыбового и зала 3, причем поодиночке. Малый подковонос, а также ушан обнаружены в Подковоносном коридоре. В пещере есть и беспозвоночные: пяденицы (*Geometridae*), лжескорпионы (*Chelifer sp.*), пауки (*Aranei*), ногохвостки (*Collembola*), типично пещерный вид *Shaefferia subterranea* и *Plutomurus zenkevithi*.

Согласно опросу пещера (Верхний коридор) использовалась охотниками для укрытия от непогоды.

Шуби-Ныхасская пещера является интересным природным образованием, геологическим памятником природы Северной Осетии и, несомненно, дальнейшее изучение ее специалистами позволит получить новые сведения о карсте Центрального Кавказа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Альбанский В. Л. Экскурсия по Военно-Осетинской дороге на Кавказ. Пятигорск, 1913.
2. Верещагин Н. К. Записки палеонтолога. Л., 1981.
3. Виленкин В. Л. Некоторые проявления карста на Кавказе.— В кн.: Региональное карстоведение. М., 1961.
4. Гвоздецкий Н. А. Следы древнего оледенения и карст на Скалистом хребте (Сев. Кавказ). — Природа, 1946, № 4.
5. Гвоздецкий Н. А. Опыт районирования карста Большого Кавказа. — Геогр. сб. М.; Л., 1952, № 1.
6. Гвоздецкий Н. А. Карстовые явления в Северной Осетии. — Бюлл. МОИП, отд. геол. Изд-во МГУ, 1965, т. 39, № 5.
7. Гергедава Б. А. Ландшафтная характеристика карстовых пещер центральной части Северного Кавказа. — В кн.: Пещеры Грузии. Тбилиси, 1980, вып. 8.
8. Еременко Н. М. Карст восточной половины северного склона Большого Кавказа. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. геогр. наук. Изд-во МГУ, 1971.
9. Костин П. А. Карст Передового хребта и полосы куэст Северо-Западного Кавказа. Автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. геогр. наук. Изд-во МГУ, 1966.
10. Кузнецов И. Г. Озеро Церик-кель и другие формы карста в известняках Скалист. хребта на Северном Кавказе. Изд. Русск. геогр. об-ва, 1928, т. 60, вып. 2.
11. Пламеневский Л. Н. Развитие карста в центральной части Северного Кавказа. — В кн.: Региональное карстоведение. М., 1961.
12. Соллогуб В. Алагирский серебро-свинцовый завод. Тифлис, 1853, кн. 2.
13. Цогоев В. Б. Гидроминеральные ресурсы Северной Осетии. Орджоникидзе, 1969.
114. Шукин И. С. Общая геоморфология. Изд-во МГУ, 1964, т. 2.

УДК 551.44

*Ю. В. Дублянский*

Одесский университет

*В. Н. Дублянский*

Симферопольский университет

## **ОБРАЗОВАНИЕ ГИДРОТЕРМОКАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ**

Проблема гидротермокарста в последние годы все больше привлекает внимание исследователей. В отечественной и зарубежной литературе содержатся описания пещер гидротермокарстового происхождения [2, 5, 9, 10], характеристики современных условий их существования и особенностей минерального заполнения [5, 11]. Однако механизм формирования гидротермокарстовых полостей остается не вполне ясным. Их образование и последующее заполнение связывают с «выщелачиванием карстующихся горных пород нагретыми жидкими

и газово-жидкими растворами» [5] либо с «непосредственным растворением пород и минеральной перегруппировкой внутри породы под влиянием растворов» [9].

В настоящей работе предпринята попытка создать модель гидротермокарстового процесса на основе анализа обобщающих работ по гидротермальным системам [1, 6, 7, 8] и новых данных о минералогии, геохимии и карсте Горного Крыма [2, 3].

Термодинамической основой модели являются разработки С. Д. Малинина в области физической химии гидротермальных систем с углекислотой [6]. Растворимость  $\text{CaCO}_3$  в гидротермальных условиях зависит от температуры, давления, концентрации  $\text{CO}_2$ , солевых компонент и рН. Концентрация  $\text{CO}_2$  в растворе обусловлена влиянием давления и ионной силы раствора.

Обобщенная модель гидротермокарстовой системы представляет собой столб воды, насыщенной  $\text{CO}_2$ , причем по гидростатическому закону давление увеличивается с глубиной, а температура равномерно повышается до максимума на глубине 3 км ( $225^\circ \text{C}$ ). Насыщенный  $\text{CO}_2$  раствор по мере движения теряет углекислоту пропорционально уменьшению глубины, что должно было бы вызвать отложение кальцита.

Однако одновременно происходит охлаждение потока, сопровождающееся увеличением растворимости  $\text{CaCO}_3$ .

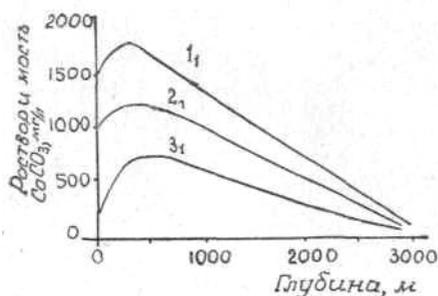


Рис. 1. Растворимость  $\text{CaCO}_3$  на разных условиях гидростатического столба [6]. Диапазоны изменения температуры раствора: 1 —  $225-25^\circ \text{C}$ , 2 —  $225-50$ , 3 —  $225-100$

Результирующий график (рис. 1) свидетельствует о том, что с приближением к поверхности степень растворимости  $\text{CaCO}_3$  возрастает. Это приводит к формированию в карбонатных породах карстовых полостей. В близповерхностной зоне характер процесса резко меняется — начинается отложение кальцита. Выпадение из растворов карбонатов происходит нарастающими темпами, пропорционально

корню кубическому из парциального давления  $\text{CO}_2$  в растворе.

Приведенные расчетные и экспериментальные данные [6] свидетельствуют о принципиальной возможности формирования эндогенных карстовых полостей в зонах движения гидротермальных

потоков [4]. В процессе временного температурного вырождения гидротермальных систем [8] меняется глубина «обращения» процесса растворения-отложения. При температуре потока у поверхности 100°С она составляет около 500 м, а при 25° С — 250 м (рис. 1).

Основанием для палеогидрогеологических реконструкций являются представления А. А. Пэка [8] и Ж. Гогеля [1] о пространственном вырождении гидротермальных систем. В ходе геотектонического развития структур, сложенных карстующимися породами, каждый цикл поднятий и сопровождающих их денудационных процессов обеспечивает перемещение в зону отложения карбонатного материала все новых частей геологического разреза с уже существующими гидротермокарстовыми полостями (рис. 2). При этом происходит формирование как кальцитовых жил, заложенных по тектоническим трещинам, так и заполнителя карстовых полостей (исландский шпат, арагонит и пр.).

Предлагаемая модель отражает особенности протекания гидротермокарстового процесса в Горном Крыму, где наряду с классическими карстовыми полостями «холодного» генезиса имеются полости предположительно гидротермального происхождения, а также мощные кальцитовые жилы и проявления исландского шпата [2, 3, 10]. Их образование, очевидно, произошло на мел-палеогеновом гидрогеологическом этапе, до сих пор почти не исследованном [10].

В позднем мелу-палеоцене Главная гряда представляла собой невысокий с пологими склонами хребет, начиная с послеальбского времени полностью не перекрывавшийся морем. В период наиболее крупных барремской, аптской и альбской трансгрессий в него глубоко вдавались заливы межгорных

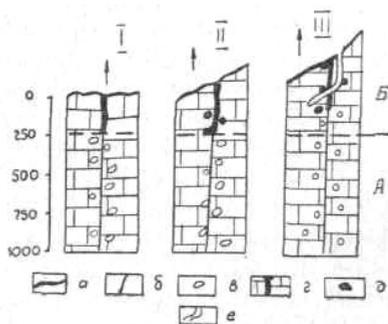


Рис. 2. Этапы образования (I), заполнения (II) и вскрытия (III) гидротермокарстовых полостей на фоне поднятий горного массива: А — зона образования полостей, Б — зона отложения карбонатного материала: а — денудационная поверхность; б — тектоническое нарушение; в — карстовые полости (заполненные водой или частично выполненные остаточными глинистыми отложениями); г — отложения кальцита в зонах приразломной тектонической трещиноватости; д — карстовые полости (полые либо частично выполненные остаточными глинистыми и карбонатными отложениями); е — карстовая полость «холодного» происхождения

прогибов. Формирование структурно-денудационного рельефа гряды происходило на фоне небольших (50—100 м) периодических поднятий. Зона активного водообмена имела сравнительно небольшую мощность. В верхней части зоны замедленной циркуляции, вдоль разломных зон, служивших путями движения гидротермальных растворов, формировались кальцитовые жилы, а в ее нижней части — гидротермокарстовые полости.

В эоцене — раннем миоцене восходящие движения усилились. Это привело к увеличению зоны активной циркуляции к снижению температуры гидротермальных растворов у поверхности. Сформированные ранее гидротермокарстовые полости оказались в пределах зоны отложения карбонатного материала. Этим объясняется существование полостей, заполненных остаточной глиной с крупными кристаллами исландского шпата (Форосское и Когейское правления, полости, обнаруженные в стенах шахт Ход Конем, Гвоздецкого, Молодежная и пр.) [2, 3, 10].

В среднем миоцене-антропогене начались интенсивные сводовые поднятия. В связи с резким увеличением мощности зоны активной циркуляции (до 1000 м и более) и ослаблением гидротермальной деятельности кальцитовые жилы уже не образуются. Происходит формирование «холодных» карстовых полостей, в отдельных случаях вскрывших древние гидротермокарстовые полости, имеющие минеральный заполнитель (шахты-поноры Ход Конем, Гвоздецкого, вскрытая пещера Карани).

Детальные минералогические и термобарогеохимические исследования кальцитовых жил и заполнителя карстовых полостей Горного Крыма [3] позволяют установить ряд весьма важных в теоретическом и практическом отношении особенностей мел-палеогенового этапа развития водонапорной системы Горного Крыма. Кальцитовые жилы и карбонатный заполнитель гидротермокарстовых полостей образовались из субтермальных растворов на регрессивной стадии метасоматоза. Остывание магматических очагов, с которыми связывается хорошо изученный поздне триасовый, ранне- и среднеюрский, раннемеловой вулканизм Крыма, привело к формированию в позднем мелу — раннем неогене кальцитов нескольких температурных генераций. Кальцитовые жилы, наиболее близкие к очагу активного вулканизма (Алчакский участок), судя по температуре гомогенизации включений, возникали при температуре гидротермальных растворов 230—100° С. Остальные кальцитопоявления Горного Крыма сформированы при температуре растворов 76—28° С. Этим температурным

интервалам соответствуют данные о гидротермальной деятельности в Крыму [10], в частности, сведения о температуре кристаллов кварца из вулканогенной толщи Лозовского массива ( $360^{\circ}\text{C}$ ); о режиме остывания флюидов в кристаллах кварца и кальцита в порфиритах мыса Ифигения ( $280\text{—}75^{\circ}\text{C}$ ); о температуре образования комплекса минералов, сопутствующих киновари в Веселовском, Туакском, Лозовском проявлениях ( $250^{\circ}\text{C}$  и ниже); о температуре образования ангидрита в ассоциации с кальцитом и гипсом в известняках, песчаниках и конгломератах Ялтинского массива ( $97^{\circ}\text{C}$ ). Отсутствие аномальных включений в кальцитах свидетельствует об остывании гидротермальной системы без инверсий температурного режима, а наличие пяти генераций включений, характеризующихся средней температурой 70, 60, 50, 40 и  $30^{\circ}\text{C}$ , — минимум о пяти тектонических подвижках, происшедших за время их образования.

Судя по солевому составу жидкой фазы включений, минералообразующие растворы содержали ионы  $\text{Cl}^{-}$  и  $\text{Na}^{+}$  (связаны с остаточными морскими водами),  $\text{HCO}_3^{-}$  и  $\text{Ca}^{2+}$  (связаны с вмещающими известняками) и  $\text{K}^{+}$  (привнесен из магматических очагов). Глубинное происхождение минералообразующих растворов подтверждает состав газовой фазы включений. В ней присутствуют  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , редкие газы и отсутствуют газы атмосферного происхождения ( $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ).

Таким образом, изучение гидротермокарстовых полостей и их заполнителя дает весьма ценную информацию о палеогидрогеологии карстовых массивов [2, 5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гогель Ж. Геотермия. М., 1978.
2. Дублянский В. Н. Гидротермокарстовые пещеры юга СССР. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1981, вып. 18.
3. Дублянский Ю. В., Дублянский В. Н. Кальцитовые жилы Горного Крыма. — В кн.: Проблемы изучения и использования неморских карбонатных отложений для химической мелиорации почв. Перм. ун-т, 1982.
4. Дублянский В. Н., Кропачев А. М. К проблеме эндогенного карста — В кн.: Карст Дальнего Востока: научное и практическое значение карстологических исследований. Владивосток, 1981.
5. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Перм. ун-т, 1969, т. II.
6. Малинин С. Д. Физическая химия гидротермальных систем с углекислотой. М., 1979.
7. Трухин Ю. П., Петрова В. В. Некоторые закономерности современного гидротермального процесса. М., 1976.
8. Пэк А. А. Гидротермальная система: уровни исследования и граничные условия процесса. — Тр. ин-та геол. и геофизики. Сиб. отд. АН СССР, 1976, вып. 293.

9. Якуч Л. Морфологические и эволюционные типы карстов Венгрии. В кн.: Acta geographica. Szeged, 1977, t. XVII.

10. Dubljanskiy V. N. Kras hydrotermalny alpejskiej strefy faldowej poludniowej czesci ZSRR. — Kras i speleologia, Katowice, 1980, t. Э (12).

11. Kunsky J. Thermomineral karst and caves of Zbrasow. — Zborn. zemepisne Ceskosl. spoletnosti. Praha, 1957, t. 62.

УДК 551.44

*А. А. Михеев, А. В. Русских, А. Д. Иванов*

Средне-Волжская комплексная геологоразведочная экспедиция  
**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕКОТОРЫХ  
ПЕЩЕР СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Первые описания пещер Среднего Поволжья относятся к XVIII в. [4]. Данные о них приводятся в геологических отчетах и ряде публикаций [1, 5—8], но не позволяют составить достаточно полного представления о морфометрии полостей. В работах А. В. Ступишина, М. С. Канеева, посвященных карсту Среднего Поволжья, рассматриваются главным образом поверхностные формы. Карст и связанные с ним подземные полости Камско-Устьинского района Татарской АССР исследовал Р. С. Субботин в 1978—1979 гг. Таким образом, спелеологическая изученность Среднего Поволжья все еще недостаточна.

В настоящей статье обобщены результаты полевых исследований, проведенных в 1980—1982 гг. на территории Горьковской, Кировской областей и смежных автономных республик, а также материалы Кировской и Казанской спелеосекций.

На рассматриваемой территории известно более 50 пещер. Общая протяженность 23 пещер, о которых имеются морфометрические данные, составляет 2174 м, суммарная площадь их 11000 м<sup>2</sup>, объем — 70 000 м<sup>3</sup> (табл.).

Карстующимися породами являются преимущественно известняки и гипсы казанского возраста. В них заложено 82,6% всех пещер. Реже встречаются полости в ассельских и сакмарских гипсах (17,4%).

По объему пещеры относятся к 6—10 классам, по площади — к 4—6 [2, 3]. По протяженности большинство (91,3%) пещер считается небольшими и лишь две — Юрьевская и Коннодольская — значительными.

В пещерах преобладают аллохтонные глинистые и обвальнo-глыбовые отложения. Хемогенные образования в виде сталактитов

### Морфометрические показатели некоторых пещер Среднего Поволжья

№ п. п.	Область, республика	Пещера	Вмещающие породы		Общая длина, м	Ширина (в среднем), м	Высота (в среднем), м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>
			литология	возраст					
1	Горьковская	Балахонихская	Гипс	P <sub>1</sub> a+s	61	2,5	1,0	130	220
2	»»»	Теплая	Известняки	P <sub>2</sub> kz	34	8,0	5,0	260	1100
3	»»»	Холодная	»»»	»»»	33	6,6	3,4	280	740
4	»»»	Безымянная	»»»	»»»	27	7,3	3,8	160	430
5	»»»	Старцевых	»»»	»»»	26	—	—	338	3080
6	»»»	Студенческая	»»»	»»»	18	6,0	2,6	100	200
7	»»»	Рождественская	»»»	»»»	16	2,7	1,2	18	40
8	»»»	Анненковская *	»»»	»»»	11	—	—	20	9
9	»»»	Тютеринская	Мергель, гипс	»»»	8	5,0	0,8	30	20
10	»»»	Борнуковская I	Гипс	»»»	21	0,4	2,2	11	35
11	»»»	Борнуковская II	Гипс	»»»	40	4,0	2,0	120	400
12	»»»	Старая Борнуковская **	Гипс	»»»	130	—	—	2770	18100
13	Кировская	Киров—600	Известняки	»»»	120	0,7	4,8	80	

## Продолжение таблицы

№ п. п.	Область, республика	Пещера	Вмещающие породы		Общая длина, м	Ширина (в среднем), м	Высота (в среднем), м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>
			литология	возраст					
14	Кировская	Сафроновская	Известняки	P <sub>2</sub> kz	80	0,6	3,4	50	150
15	»»	Холодная	»»	»»	80	0,8	2,4	30	50
16	»»	Парадная	»»	»»	42	0,9	2,7	23	50
17	»»	Зараменская	»»	»»	21,5	1,5	1,2	25	33
18	Татарская АССР	Копнодольская	Гипс	»»	620	—	—	3000	15 000
19	»»	Юрьевская	»»	»»	410	—	—	2050	12 500
20	»»	Богородская	Доломиты, гипс	»»	35	6,8	2,2	270	600
21	»»	Зимовья	»»	»»	30	—	—	200	900
22	»»	Большая Сюкеевская *	»»	»»	240	—	—	3205	14515
23	»»	Малая Сюкеевская *	»»	»»	70	—	—	128	734

Примечания. \* Наиболее известные пещеры Среднего Поволжья, в которые по различным причинам в настоящее время нет доступа.

\*\* Пещера уничтожена в результате разработки гипсов.

и натечных кор обнаружены в пещерах Парадная и Холодная. Значительные натечи имеются в Юрьевской пещере. Увлажнение стен и капез отмечены практически во всех пещерах. Озера встречаются в 6 полостях, гидrogenный и атмогенный лед — в 5.

На территории Среднего Поволжья имеются также крупные антропогенные полости — заброшенные подземные выработки в гипсах, известняках и песчаниках. Из полостей, доступ в которые возможен в настоящее время, следует отметить выработку в медистых песчаниках — Медный Погреб, находящихся в окрестностях с. Сарманово Татарской АССР. Ее протяженность более 1,7 км, площадь пола 2,8 тыс. кв. м, Объем — 4,5 тыс. м<sup>3</sup>. Встречаются выработки в песчаниках и на территории Марийской и Удмуртской АССР. Штольни в известняках и гипсах распространены на большей части территории Среднего Поволжья. С ними нередко связаны провальные воронки на поверхности.

Пещеры 8, 12, 22, 23 характеризуются на основе сведений А. В. Ступишина [7], 19—21 — Р. С. Субботина, 18 — в соответствии с материалами Казанской спелеосекции (табл.).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Илюхин В. В., Аронов М. П., Сахаров Б. В. Борнуковские пещеры. В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1965, вып. 5 (6)
2. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963, т. I.
3. Максимович Г. А. Некоторые вопросы морфометрии карстовых полостей. — В кн.: Вопросы карстоведения. Перм. ун-т, 1969.
4. Паллас П. С. Путешествия по разным провинциям Российской империи. Спб., 1773, ч. I.
5. Русских А. В., Михеев А. А. Некоторые микроклиматические характеристики подземных полостей Горьковской области и Марийской АССР. — В кн.: Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. Перм. ун-т, 1981.
6. Русских А. В. и др. Пещеры Кировской области. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1981.
7. Ступишин А. В. Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья. Казань, 1967
8. Чикишев А. Г. Пещеры на территории СССР. М., 1973.

# МИНЕРАЛОГИЯ ПЕЩЕР

УДК 551.442.4 (477.8)

*В. Я. Рогожников*

Опытное предприятие Института геологических наук АН УССР  
**ВОДНОХЕМОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В КАРСТОВЫХ  
ПЕЩЕРАХ-ЛАБИРИНТАХ ПОДОЛЬСКОГО ПРИДНЕСТРОВЬЯ**

Карстовые пещеры-лабиринты Подольского Приднестровья, образующие крупнейшие в мире системы полостей в некарбонатных отложениях, выработаны в гипсах тирасской свиты, которая залегает почти горизонтально среди слабокарстующихся отложений нижнего и верхнего бадения. Воднохемогенные отложения пещер Подолии отличаются значительным разнообразием типов и форм; многие из них неоднократно упоминались или фрагментарно описаны [1, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13].

Детальное изучение, проводившееся карстолого-спелеологическим отрядом ОП института геологических наук АН УССР в пещере Атлантида (Каменец-Подольский р-н Хмельницкой области), и маршрутные исследования в пещерах Кристальная, Млынки, Озерная, Оптимистическая и других (Тернопольская область) позволили обобщить накопившийся материал и рассмотреть морфологию и механизм образования кристаллических и натечных агрегатов.

### *Субаквальные гипсовые образования*

Основную массу вторичных кристаллических кор подольских пещер составляют столбчатые, таблитчатые и пластинчатые кристаллические разности гипса, относимые большинством исследователей [1, 3, 4, 12, 13] к кристаллам, образовавшимся в условиях озера с перенасыщенным сульфатным раствором.

Возникновение и рост кристаллов в субаквальных условиях обуславливает формирование кристаллических кор в нижних частях стен крупных залов и галерей. Начинаются они сверху отдельными агрегатами кристаллов, которые внизу образуют сплошную кору (рис. 1). К нижней же части разреза

приурочены наиболее крупные агрегаты вторичного кристаллического гипса, достигающие 50 кг при длине до  $0,5 \div 1,2$  м (пещера Атлантида — зал Динамо, грот Есенина, зал Киевских спелеологов и т. д.).

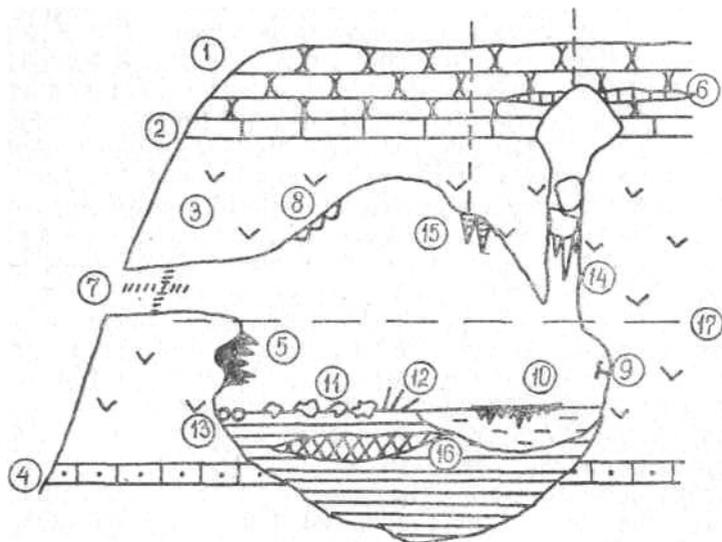


Рис. 1. Условия формирования хемогенных вторичных отложений по разрезу пещер: 1 — глинисто-карбонатные отложения тернопольских слоев, 2 — ратинские известняки, 3 — гипсы тирасской свиты, 4 — песчаные известняки кривчицких слоев, 5 — кристаллический покров столбчатых, таблитчатых, пластинчатых и игольчатых агрегатов гипса озерного происхождения, 6 — линзы и прослои селенитов в известково-глинистых отложениях тернопольских слоев, 7 — жилы селенита в трещинах входовых участков пещер, 8 — параллельно-шестоватые коры на участках выхода поровых вод (снежные сугробы), 9 — нитевидные кристаллы (дуги, розетки и т. п.), 10 — кристаллические тела в заполнителе пещер, 11 — кристаллическая крошка на поверхности заполнителя полости, 12 — гипсовые иглы на поверхности заполнителя, 13 — пизолитовые стяжения на поверхности заполнителя, 14 — карбонатные натёки капельные, 15 — карбонатные натёки струйные, 16 — карбонатные пленки на поверхности озер, 17 — граница распространения сплошного кристаллического покрова пещеры

На фоне кристаллических кор выделяются отдельные кристаллы и агрегаты кристаллов. Часты звездчатые сростки столбчатых или игольчатых кристаллов. Такой агрегат формируется на основе нескольких кристалликов гипса, сросшихся в свободном положении; на них и начинают расти кристаллы

гипса, ориентированные осями 001 к центру срастания [7]. Агрегаты столбчатых кристаллов — наиболее распространенный вид кристаллических друз в пещерах Подолии; они встречаются повсеместно в пределах распространения кристаллического покрова. Друзы игольчатых кристаллов значительно более редки и отмечены в основном в кавернах кристаллической коры нижней части разреза. Эти образования следует отличать от подобных им агрегатов вторичного кристаллического гипса столбчатого, таблитчатого, пластинчатого и параллельно-шестоватого облика, которые приобрели вид игольчатых в результате избирательной коррозии.

Характерной чертой агрегатов таблитчатых и пластинчатых кристаллов вторичного гипса является их многоярусность; отдельные участки на поверхности кристаллов становятся местами зарождения новых кристаллов гипса [7]. Пластинчатые и таблитчатые кристаллы в отличие от игольчатых и столбчатых растут значительно быстрее в направлении перпендикуляра к длинной оси кристалла (близкой к 001). Игольчатые и столбчатые кристаллы растут быстрее вдоль длинной оси, что обуславливает формирование более длинных индивидуумов, зато таблитчатые и пластинчатые разности обеспечивают возможность роста на своих поверхностях «дочерних» кристаллов, что приводит к образованию крупных агрегатов вторичного кристаллического гипса.

Описанные разности вторичных кристаллических агрегатов гипса часто несут следы растворения. Некоторые кристаллы корродированы настолько, что потеряли присущий кристаллам гипса облик. Следы растворения вторичного кристаллического покрова обычно наблюдаются на участках активной конденсации и в зонах фильтрации вод из вышележащих водоносных слоев.

Субаквальные кристаллические агрегаты обычно бесцветны и прозрачны, иногда встречаются разности, окрашенные в розовый, желтый, черный цвета, что обусловлено включениями железа и марганца, а иногда органическими включениями [12].

#### *Субаэральные гипсовые образования*

В субаэральных условиях пещер Подолии формируются преимущественно волокнистый гипс (селенит), кристаллические параллельно-шестоватые агрегаты, агрегаты нитевидных кристаллов (рис. 2). Перечисленные формы образуются в пористой среде или на пористом субстрате, что связано с движением поровых растворов.

Вероятно, в субэзальной обстановке развивается также часть кристаллов обычного облика, нарастающих на описанных кристаллических корах или образующих самостоятельные агрегаты. Их рост может происходить при увлажнении коренных стен или кристаллического покрова пленочными конденсационными и инфильтрационными водами. Медленно стекая по стенам, они могут оказаться полностью насыщенными и даже перенасыщенными сульфатом кальция в отличие от свободнотекущих потоков гипсовых пещер, обычно остающихся недонасыщенными и агрессивными. В нижней части стен магистральных галерей и залов пещеры Атлантида на крупных агрегатах кристаллов, которые чаще всего наклонены вниз, пленочные воды концентрируются и образуют капли. Анализ вод показал, что они перенасыщены сульфатом кальция (Ca — 412; SO<sub>4</sub> — 2115,7; общая минерализация — 3170,8 мг/л, индекс насыщения +0,14). По-видимому, в некоторых случаях рост кристаллов гипса в нижней части стен может происходить и в субэзальной обстановке.



Рис. 2. Рост агрегатов нитевидных кристаллов: 1 — участок повышенной пористости гипсов, 2 — зона пониженной пористости гипсов, 3 — кристаллический покров пещеры, 4 — зона кристаллизации нитевидных кристаллов, 5 — агрегат нитевидных кристаллов, 6 — остатки кристаллического покрова пещеры, выдавленные поровыми растворами, 7 — дочерние кристаллы с пленочным питанием, 8 — направление движения поровых вод

Особое внимание при изучении водных хемогенных отложений пещеры Атлантида было уделено механизму роста кристаллов гипса на поровом субстрате. Именно в этой пещере впервые для Приднестровья были обнаружены и определены агрегаты нитевидных кристаллов [5, 6, 11]. Позднее подобные образования отмечены в пещерах Млынки, Кристальная и Озерная.

Кристаллические агрегаты, питающиеся поровыми растворами, в пещере Атлантида представлены прослоями и линзами селенита, кристаллическим и параллельно-шестовидными агрегатами (корами, швами залечивания на трещинах рассыхания), спиралями, дугами и розетками нитевидных кристаллов. Рост кристаллов при питании их от пористого субстрата объясняется отложением минеральной составляющей

порового раствора при выходе его на поверхность породы, где раствор достигает насыщения в условиях аэрации (при испарении). Механизм роста кристаллов на пористом основании подробно описан М. П. Малеевым и Г. В. Бережковой [2, 10].

В пещерах Приднестровья пористым субстратом служат гипсы — порода весьма, хотя и неоднородно, пористая. Наиболее пористой разностью являются афанитовые гипсы, коэффициент пористости которых колеблется от 1,4 до 6,13. Поры образуют в породе разветвленную пространственную неравномерную систему. Неравномерность ее зависит от литолого-структурных особенностей породы, но в целом пористость увеличивается сверху вниз по разрезу гипсов. В условиях пещер поровые воды мигрируют в толще гипсов от центральных зон целикков к аэрируемым карстовым полостям. Скорость передвижения из глубины породы в полость зависит от давления поровых вод, от интенсивности испарения. Вместе с тем она должна быть достаточна для непрерывного длительного питания нитевидных кристаллов.

При анализе происхождения и развития кристаллических агрегатов на пористом субстрате необходимо учитывать, что поровые растворы могут достигать состояния перенасыщения на границе порода — воздух, внутри породы или вне ее. На отдельных участках пещеры это состояние определяется конкретными микроклиматическими условиями. При влажности воздуха, близкой к 100%, поровые растворы достигают состояния перенасыщения за пределами породы. Подобные условия обычно имеют место в зонах конденсации и инфильтрации, а также в плохо вентилируемых трещинах и тупиках. При понижении до определенного уровня влажности воздуха (для Атлантиды относительная влажность 97—98%) состояние перенасыщения поровых растворов достигается на поверхности раздела порода — воздух.

На участках повышенной вентиляции (входные арки, гроты, навесы) граница перенасыщенности растворов проходит в глубине породы и кристаллизация осуществляется в поровом пространстве. При этом кристаллизационные силы разрывают породу, появляются трещины, заполненные параллельно-волокнистым гипсом (селенитом). Селениты встречаются не только в привходовых участках пещер, но и в глинисто-карбонатной толще тернопольских слоев, перекрывающей карстующиеся породы.

Мелкокристаллические шестоватые фрагментарные коры, в форме которых отражаются зоны повышенной пористости, наблюдаются обычно на фоне свободных от кристаллических покровов стен пещеры, т. е. расположены выше сплошного

кристаллического покрова. Книзу эти коры становятся толще и уже входят в общий кристаллический покров стен пещеры. Подобные образования белого цвета характерны для большинства пещер Подолии и получили название «снежные сугробы». Наиболее ярко они представлены в пещере Атлантида (грот Белоснежка).

Интересно, что наиболее крупные агрегаты часто соединяются с подложкой только по периферии; в центральной части «сугроба» между гипсовой корой и субстратом образуется воздушная прослойка, а поверхность субстрата корродирована. Вероятно, на определенной стадии роста силы кристаллизации отрывают «сугроб» от субстрата. Атмосфера замкнутого пространства, максимально насыщенная водными парами, препятствует отложению минеральной составляющей поровых растворов, которые стекают вниз по стене, способствуя росту кристаллов нижерасположенных агрегатов.

Интересным явлением, связанным с выходом поровых вод, представляются швы залечивания трещин, образующиеся на тектонических трещинах и трещинах рассыхания. Последние разрывают породу по нормали к стенкам хорошо вентилируемых залов и галерей, выклиниваются в глубину породы и нарушают кристаллический покров там, где он есть. Ширина трещин до 10 см в области наибольшего раскрытия. Трещины рассыхания обеспечивают более обильный выход поровых вод в связи с образованием свежих поверхностей отрыва. Сравнительно плохая вентиляция трещины рассыхания способствует высокой влажности атмосферы в ней, поэтому поровые растворы стекают по трещинам вниз и принимают участие в образовании кристаллических кор обычного облика в нижней части трещин.

Если трещины находятся в пределах активно аэрируемых участков пещеры, где влажность воздуха понижена, то поровые растворы, выделяющиеся из пород вдоль границы трещин и стен пещеры, достигают состояния перенасыщения за счет испарения и происходит усиленный рост кристаллов по краям трещины. Такие образования имеют вначале форму валиков, позднее — ребер вдоль обеих стенок трещины; они могут в конце концов срастись полностью, залечив нарушенный кристаллический покров пещеры.

В случае «точечных» выходов поровых вод на фоне кристаллического покрова, в условиях хорошей аэрации и пониженной влажности возникают нитевидные агрегаты кристаллического гипса в виде розеток, дуг, антодитов, гелектитов и т. п. (рис. 2). Неравномерный рост отдельных нитевидных кристаллов приводит к искривлению агрегата. Иногда боковая

поверхность агрегата может покрыться отдельными дочерними кристаллами; вершинная поверхность агрегатов обычно содержит обломки кристаллического покрова пещеры и посторонние включения. Неравномерность давления поровых растворов в определенных условиях вызывает изменение характера роста — зернистые кристаллы могут смениться нитевидными и наоборот.

Изучение агрегатов вторичного кристаллического гипса, выросших на пористом субстрате благодаря поровым водам, питающим кристаллы сквозь пористую толщу породы, позволяет определить эти образования как индикаторы пористости гипсов и как в некотором роде фиксаторы хода влажности в карстовой полости.

### *Гипсовые образования в заполнителе пещер*

Агрегаты вторичного гипса встречаются также в толще водномеханических отложений. На дне пещеры, в шурфах и раскопках, иногда обнаруживают довольно значительные тела, сложенные из сросшихся пластинчатых и таблитчатых кристаллов, отличающихся абсолютной прозрачностью. Стяжения гипсовых кристаллов преобладают в верхней части разреза заполнителя и содержат часто включения матрикса, что может свидетельствовать о возникновении и росте агрегатов в уже сложившемся разрезе водномеханических отложений пещер. На некоторых участках пещер происходил промыв поверхности сформировавшегося заполнителя с кристаллическими включениями и последние иногда оказывались на поверхности. При этом может создаться впечатление, что агрегаты упали со стен или потолка полости.

Интересные образования найдены в углублениях на поверхности заполнителя пещеры Угрынь. Они представляют собой гипсовые конкреции радиальнолучистого строения размером до 20 мм с конусовидным углублением в части, обращенной кверху. Расположены конкреции обычно группами и обязаны своим происхождением капезу. Перенасыщенный раствор гипса в виде капель попадал в рыхлый заполнитель, возникала эгутационная лунка, вокруг которой грунт цементировался сульфатом кальция, выпадающим из раствора. В результате диагенеза рыхлого заполнителя сформировавшиеся шарообразные тела отделились от вмещающих пород и образовали скопления. В настоящее время признаки обводненности участков скопления таких образований отсутствуют.

В пещерах Оптимистическая и Озерная часто встречаются гипсовые иглы длиной до 27 см [1], растущие поодиночке или группами на рыхлом заполнителе в силу капиллярного

поднятия перенасыщенных сульфатных вод из породы. В верхней части заполнителя образуются гипсовые корки, состоящие из мелких кристаллических агрегатов гипса или оолитообразных скоплений, россыпей белых или окрашенных железистыми соединениями кристалликов гипса.

В общей картине морфологии и генезиса вторичных хемогенных гипсовых отложений пещер Подолии несколько обособлен феномен мелкокристаллической арки Китовый ус — перехода из Партизанской галереи в Большие подвалы в пещере Атлантида (подобные образования, но менее четко выраженные, можно наблюдать в пещере Млынки). Возможно, эта арка образовалась благодаря оседанию гидроаэрозолей, насыщенных сульфатом кальция, на участке перехода из суженных ходов Больших подвалов в сравнительно крупные объемы Партизанской галереи. Вероятно, через Большие подвалы в свое время был проход в крупные полости, обусловивший повышенный воздухообмен через Китовый ус с известной частью пещеры. Теперь эти полости отделены от пещеры завалом, но геофизические работы, проведенные отрядом в 1980 г., подтверждают данное предположение.

#### *Вторичные карбонатные образования*

Несмотря на то, что главные лабиринтовые пещеры Приднестровья заложены в сульфатных породах, в них встречаются и карбонатные натёки, приуроченные к зонам фильтрации вод из вышележащих глинисто-карбонатных слоев. Морфологически натечные образования представлены сталактитами, сталагмитами, корами, драпировками. В зонах повышенной фильтрации отмечены сталактитовидные формы.

Сталактиты, сталагмиты, коры, драпировки образованы в результате капеза перенасыщенных карбонатом кальция вод. Содержание карбоната кальция в образцах очень велико: 94—96% [4]; натёки имеют обычно белый цвет или слегка окрашены окислами железа, перекристаллизованы незначительно (без искажения первоначальных форм).

В пещере Кристальной в районе зала Глыб можно наблюдать сталактитовидные формы, образовавшиеся из вертикально сливавшихся жгутообразных струй. Внешне струйные формы (сталактитовидные) похожи на капельные, но у струйных образований отсутствуют центральный канал, характерное утолщение в основании натёка, а по строению в разрезе их можно отнести к типу конус — в конус. Поверхность струйных натёков неровная, бугристая, со струйной скульптурой. Под сталактитовидными формами никогда не образуются сталагмиты [8].

Капельные и струйные формы встречаются в пещерах Подолии весьма часто. Они достигают длиной 1,5 м [1], в ряде случаев натечки сухие, иногда выветрелые. Растущие натечные формы в основном отмечены в виде трубчатых сталактитов (Вертеба, Атлантида, Озерная и др.).

Чрезвычайно интересна натечная карбонатная кора, покрывающая часть стен и кровли некоторых ходов пещеры Атлантида. Вероятно, она возникла в результате проникновения насыщенных карбонатом кальция вод через осевую трещину, прослеживающуюся в потолке, и отложилась при пленочном растекании вод от трещины по стенам хода. В настоящее время кора разрушается.

«Пещерный жемчуг» — пизолиты до 15 мм в диаметре — упомянут в описании пещеры Озерной [1], однако минералогический состав и условия формирования не указаны.

Интересным видом пещерного минералообразования являются кальцитовые пленки на поверхности озер пещер Оптимистической и Озерной. В общем кальцитовая пленка по своим характеристикам соответствует описанному Г. А. Максимовичем [9]. Отдельные фрагменты пленки, свободно плавающие на поверхности воды (площадью от долей до десятков квадратных сантиметров), имеют ровную поверхность, нижняя часть пленок покрыта кристаллами кальцита длиной до 2—3 мм. Образуется пленка в довольно короткие сроки. В апреле 1980 г. при посещении озера во входном зале пещеры Озерной пленка отсутствовала, а в июле этого же года, по сообщению инженеров карстолого-спелеологического отряда С. Д. Аксема и Н. Л. Яблоковой, довольно значительные по площади участки мелководья озер были покрыты пленкой.

Вторичные воднохемогенные отложения возникают и развиваются в определенных спелеологических условиях, и их изучение в комплексе с другими спелеологическими исследованиями позволяет делать выводы о гидродинамических, гидрохимических и термодинамических условиях карстового массива на разных стадиях спелеогенеза.

По кристаллическому покрову субаквальных гипсовых образований можно судить об уровне пещерных озер, но, изучая этот покров, необходимо помнить, что он продолжает увеличиваться под влиянием пленочных вод и в субаэральных условиях, а в некоторых случаях может образовываться только благодаря им. Субаэральные нитевидные и параллельно-шестоватые кристаллические образования гипса фиксируют состояние рассыхания массива в условиях вентиляции карстовых пустот. Кристаллические образования в заполнителе пещер

содержат некоторую информацию о геохимических условиях диагенеза рыхлых отложений пещер.

Анализ распространения локализованных участков развития сухих карбонатных натечных форм в пределах пещерного поля дает представление о былых очагах вертикальной фильтрации вод в гипсовую толщу. Формирующиеся в настоящее время натеки указывают на участки активной современной фильтрации вод из надгипсовых отложений.

1. Апостолок В. В., Горбенко П. П., Зимельс Ю. Л., Максимов Б. М. Новые данные об Озерной пещере Подолии. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1972, вып. 12—13.

2. Бережкова Г. В. Нитевидные кристаллы. М., 1969.

3. Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины. Киев, 1980.

4. Дублянский В. Н., Смольников Б. М. Карстолого-геофизические исследования карстовых полостей Приднестровской Подолии и Покутья. Киев, 1969.

5. Корженевський Б. О., Рогожніков В. Я. Деякі особливості розвитку глибинного карсту сульфатних порід Поділля. — Док. АН СССР. Сер. Б, 1974, № 3.

6. Корженевский Б. А., Рогожников В. Я. Влияние порово-трещинно-пластовых вод на карсто- и минералообразование в гипсах Подолии. — Мат. Всес. конф.: Влияние поровых вод на физикохимические свойства пород. Киев, 1974.

7. Лазаренко Е. К., Сребродольський Б. І. Мінералгоія Поділля. Львів. ун-т, 1969.

8. Лебедев Л. М. Метаколоиды в эндогенных месторождениях. М., 1965.

9. Максимович Г. А. Кальцитовые пленки водоемов пещер гипсового и карбонатного карста. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1972, вып. 12—13.

10. Малеев М. Н. Свойства и генезис природных нитевидных кристаллов и их агрегатов. М., 1971.

11. Рогожников В. Я. Некоторые особенности развития сульфатного карста юго-западной окраины Русской платформы. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1972, вып. 12—13.

12. Савчин М. П., Качковский И. В. Оптимистическая пещера. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1971, вып. 10—11.

13. Савчин М. П., Гуньовский И. М. Пещера Оптимістична на Поділлі— В кн.: «Фізична географія та геоморфолоія. Київ. ун-т, 1970, № 4.

А. Г. Филиппов

Восточно-Сибирский институт геологии, геофизики  
и минерального сырья**ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
В ОТЛОЖЕНИЯХ АРГАРАКАНСКОЙ ПЕЩЕРЫ  
(ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Аргараканская пещера расположена в верховьях р. Лены на правом склоне долины ручья Аргаракан, правого притока р. Иликты, в пределах карстовой области прибайкальских линейных и гребневидных складок [3]. Пещера представляет собой карстовую полость коррозивно-эрозийного типа, выработанную в карбонатных породах нижнего кембрия.

Вмещающие породы представлены преимущественно доломитистыми известняками, известняками, реже — доломитами, кремнистыми известняками и известняками, вторично кальцитизированными. В полости широко развиты пещерные отложения разных генетических типов — остаточные, обвальные, водные механические, водные хемогенные и ледяные.

Нами изучалось поведение Mn, V, Ni, Co, Cr, Mo, Ti, Zr, Cu, Zn, Ga, La, Y, Sr, Sc при спелеолитогенезе. Для этого были отобраны пробы вмещающих пород, натечных образований (сталактитов, ребер, флажков) без примеси глины, натечных кор на стенах, остаточных глин. Пробы исследовались приближенно-количественным спектральным методом. Результаты анализа приведены в таблице.

**Содержание элементов во вмещающих**

Проба	Кол. проб	Mn	Ni	Co	V	Cr	Mo
Вмещающие доломитистые известняки, известняки, доломиты	13	$\frac{0-6}{2,6}$	$\frac{0-1}{0,08}$	0	$\frac{0-2}{0,23}$	0	$\frac{0-0,1}{0,08}$
Карбонатные натечи без примеси глины	15	$\frac{0-3}{1,6}$	сл.	0	сл.	0	$\frac{0-0,1}{0,1}$
Натечные коры	8	$\frac{3-50}{12,4}$	$\frac{0-3}{0,6}$	$\frac{0-0,3}{0,04}$	$\frac{0-10}{4,9}$	$\frac{0-4}{1,1}$	$\frac{0-0,1}{0,08}$
Остаточные глины	25	$\frac{50-200}{87,6}$	$\frac{3-1}{5,9}$	$\frac{0,5-3}{1,4}$	$\frac{6-20}{11,9}$	$\frac{2-20}{8,2}$	$\frac{0-4}{0,3}$

Примечание. Содержания даны в  $\mu \cdot 10^{-3}\%$ . Сл. — следы. В числителе содержание элемента.

Для сравнения средних содержаний элементов во вмещающих породах, натёках (без примеси глины), корях с кларками этих элементов в карбонатных породах земной коры построены графики отношений (рис.); сопоставление средних содержаний элементов в остаточных глинах с кларками соответствующих элементов, свойственных глинистым породам земной коры, осуществлено посредством графиков их отношений. Кларки взяты из таблицы К. Таркяна и К. Ведеполя [2], за исключением кларка лантана для карбонатных пород, который заимствован из статьи А. П. Виноградова (1), поскольку для карбонатных пород установлен только порядок его содержания.

Средние содержания элементов во вмещающих породах существенно отличаются от их кларков в карбонатных породах земной коры [2] — они, как правило, ниже последних в 2,5—40 раз (рис.); выше кларковых средние содержания Mo, Cu, La — в 2—4 раза. Концентрации некоторых элементов (Mn, Mo, Ti, Zr, Cu, Y) в карбонатных натёках, не имеющих примеси глины, близки к содержаниям их во вмещающей толще, вследствие чего график, характеризующий содержание этих элементов в натёках сравнительно с кларками в карбонатных породах, сходен с аналогичным графиком для вмещающих карбонатных пород (рис.). В целом рассматриваемые элементы встречаются в количествах, ниже кларковых в 3—50 раз, за исключением Mo и Cu (выше в 2—2,5 раза); Ni, Co, V, Cr, Zn, Ga, Sc не обнаружены.

#### карбонатных породах и отложениях пещеры

Ti	Zr	Cu	Zn	Ga	La	Y	Sr	Sc
$\frac{0-10}{3,1}$	$\frac{0-3}{0,69}$	$\frac{1-2}{1,3}$	$\frac{0-10}{0,8}$	0	$\frac{0-3}{1,2}$	$\frac{0-1}{0,2}$	$\frac{0-200}{18,5}$	0
$\frac{0-10}{2,9}$	$\frac{0-3}{0,2}$	$\frac{1-2}{1,2}$	0	0	$\frac{0-3}{0,2}$	$\frac{0-2}{0,5}$	$\frac{0-20}{2,7}$	0
$\frac{20-500}{228,8}$	$\frac{0-10}{5,5}$	$\frac{1-3}{2,0}$	0	$\frac{0-1}{0,1}$	$\frac{0-3}{0,8}$	$\frac{0-5}{1,0}$	$\frac{0-20}{2,5}$	$\frac{0-1}{0,5}$
$\frac{300-800}{508,0}$	$\frac{6-50}{28,2}$	$\frac{3-20}{11,1}$	$\frac{0-15}{3,9}$	$\frac{1-3}{2,0}$	$\frac{0-6}{2,2}$	$\frac{0-6}{2,6}$	$\frac{0-20}{1,6}$	$\frac{сл.-4}{2,2}$

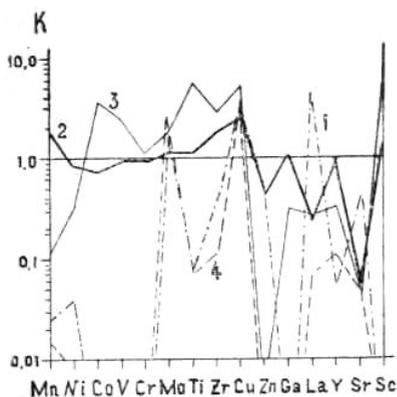
показаны пределы колебаний, в знаменателе — среднее арифметическое

В остаточных глинах большинство рассматриваемых элементов — Mn, Ni, Co, V, Cr, Mo, Ti, Zr, Cu, Ga, Y, Sc — содержится в количествах, близких к кларковым (относительные колебания — 1,5—2 раза).

Концентрации Zn, La, Sr меньше кларковых в 2,5—20 раз.

Содержания Co, V, Sr, Mo, Ti, Zr, Cu, Sc в натечных корках со стен пещеры в 1,1—6 раз превышают кларковые, а содержания Mn, Ni, Ga, La, V, Sc меньше кларковых в 3—40 раз; цинк в натечных корках не обнаружен.

Чтобы охарактеризовать перераспределение элементов при спелеолитогенезе, были использованы коэффициенты концентрации ( $K_k$ ), представляющие собой отношение содержания элемента в новообразовании к содержанию этого элемента в исходной породе. На основе коэффициентов концентрации построены ранжированные ряды концентраций, отражающие относительный вынос и накопление элементов при спелеолитогенезе. Анализ рядов концентраций показывает, что при карбонатном



Отношение ( $K$ ) средних содержаний аксессуарных элементов во вмещающих известняках и отложениях пещеры к кларкам для карбонатных и глинистых пород [2], для лантана по отношению к кларку в земной коре [1]: 1 — вмещающие известняки и доломитные известняки (13 анализов); 2 — пещерные глины (25 анализов); 3 — коры на стенах (8 анализов); 4 — кальцитовые натечные образования — сталактиты, ребра, флажки — без примеси глины (15 анализов)

спелеогенезе происходит контрастное перераспределение аксессуарных элементов между разными генетическими типами отложений.

Чистые натёки без примеси глины отличаются незначительным накоплением иттрия, циркония; содержания Mo, Ti, Cu весьма близки к содержаниям во вмещающих карбонатных породах; La, Sr интенсивно выносятся, V, Zn, Ni выносятся полностью.

Для натечных кор на стенах пещер характерен вынос Mo, La, Sr, Zn; остальные элементы в целом накапливаются. В корках появляются Co, Cr, Ga, Sc, не обнаруженные во вмещающей толще. Вследствие того, что относительный коэффициент

концентрации в подобных случаях малоинформативен, обратимся к рис. Содержания Co, Cr, Sc превышают кларковые, а поскольку Co, Cr, Sc, Ga накапливаются в глинах, можно сделать вывод, что концентрации этих аксессуариев в корах обусловлены присутствием слойков и линзочек глины. Наличие глинистой примеси приводит к накоплению в корах и других элементов: Ti, V, Ni, Zr, Y, Mn, Си. Таким образом, наименьшие концентрации аксессуариев в пещерах наблюдаются во вторичных карбонатных образованиях на участках, где осаждение глинистых минералов минимально или отсутствует. Что касается противоречивого поведения молибдена (в чистых натеках и глинах накапливается незначительно, в корах выносятся), то, вероятно, причиной этого является недостаточный размер выборки.

Для остаточных глин характерно накопление большинства элементов, исключением является стронций. Глины при спелеолитогенезе играют роль аккумулятора аксессуарных элементов, что обусловливается, по-видимому, не только накоплением нерастворимого остатка вмещающих коренных горных пород, но и сорбцией глинистыми минералами никеля, кобальта, меди и некоторых других элементов. В массивах карбонатных пород участки распространения отмирающих пещер представляют собой геохимические аномалии, характеризующиеся накоплением большинства микроэлементов, что обусловлено кольматацией карстовых полостей глинистыми отложениями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. — Геохимия, 1962, № 7.
2. Войткевич Г. В., Мирошников А. Е., Поваренных А. С., Прохоров В. Г. Краткий справочник по геохимии. М., 1977.
3. Вологодский Г. П. Карст Иркутского амфитеатра. М., 1975.

*Е. В. Волькенау*

Московская геологоразведочная экспедиция ПГО «Центргеология»

*В. А. Блинов, М. Н. Дякин, В. Э. Киселев*

Секция спелеотуризма Перовского клуба туристов г. Москвы

### **ПЕЩЕРА МАЙСКАЯ**

Пещера Майская находится на Северо-Западном Кавказе в карстовом массиве хребта Дженту, являющегося составной частью Передового хребта. Вход в пещеру расположен в 12 км от поселка Рожкао, в зоне леса, на высоте 1780 м. Он представляет собой сухой колодец в основании воронки с незначительной площадью водосбора, находящейся на склоне западной экспозиции.

Вход в пещеру был обнаружен 5 мая 1972 г. Спелеологами г. Черкесска, поэтому пещера и была названа Майской. С 1976 г. ее исследуют спелеологи Москвы, Новочеркасска и Ростова-на-Дону. Летом 1980 г. пещера была пройдена до глубины 450 м, зимой 1981 г. — до сифона на глубине 500 м.

Морфометрические показатели пещеры

Протяженность 3110 м

Проективная длина 2700 м

Глубина 500 м

Ширина ходов 0,3—12 м (в среднем 1,5—2 м)

Высота ходов 0,4—12 м (в среднем 6—7 м)

Коэффициент Корбеля 0,35 км<sup>3</sup>

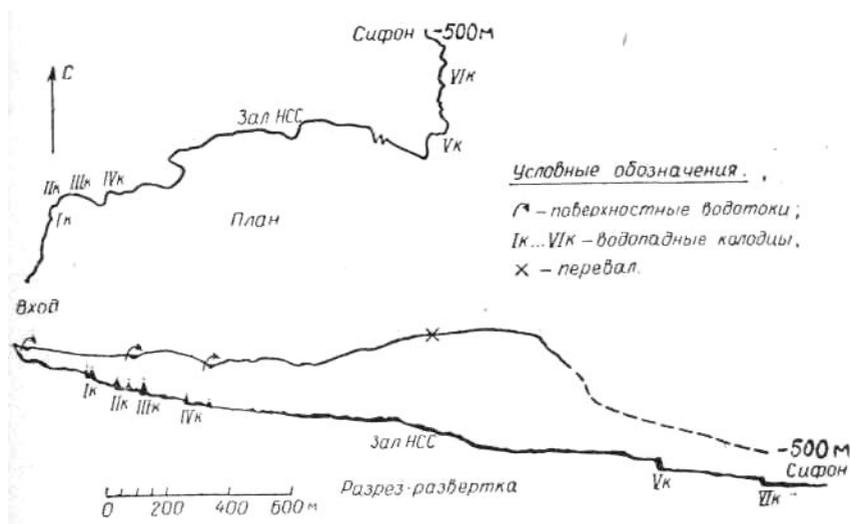
Пещера заложена в породах джентинской свиты (верхний девон — нижний карбон), представленных чередующимися слоями серых и темно-серых плотных мраморизованных известняков и кварц-альбит-хлоритовых сланцев, образовавшихся при метаморфизме осадочных псаммо-алевроитовых пород [2]. Петрографический анализ образцов пород позволил сделать некоторые уточнения. Сланцы, в которых заложена пещера, имеют в основном серицит-кварцевый состав с примесью плагиоклаза. Предположительно, все они образованы по кислым эффузивам (порфировому дациту?). Достоверно это только для образца, отобранного на глубине 188 м. Падение пластов наблюдается в северо-восточном направлении под углом 20—30°.

Смена пород четко фиксируется в мезоморфологии полости. Характерные сечения в форме узких трещин с острыми выступающими пластинами отмечены на тех участках, где пещера прорезает сланцевые пласты (60—220, 350—450 м).

Второй тип сечения — прямоугольный — отличает обвальные залы и галереи, заложенные в известняках (0—60, 240—350 м). Для них типично обилие обвальных отложений, причем иногда глыбы достигают в диаметре нескольких метров.

Макроморфология полости проста. В разрезе Майская представляет собой каскад небольших уступов и колодцев (15—20 м), соединенных субгоризонтальными участками. Уклон пещеры составляет в среднем 0,2 м/м, за исключением зала Новочеркасской спелеосекции (НСС), круто уходящего вниз под углом 25—40° и имеющего уклон 0,4 м/м.

Почти 300 м пещера развивается в субмеридиональном направлении и 1,5 км — в восточном, проходя под поверхностными ручьями. Последние 800 м полости снова ориентированы на север (рис.). Общее направление полости повторяет



План и разрез-развертка пещеры Майская. Съемка полуинструментальная, азимут магнитный

изгиб ручья Левый Рожжао. Зимой 1983 г. спелеотуристами Ростова-на-Дону была обследована сухая галерея, соединяющаяся с основным ходом пещеры на глубине 80 и 180 м (на рис. не показана). Она заложена в известняках и, по-видимому, представляет собой старое русло ручья.

Несложна и гидрогеология полости. Подземный ручей появляется в виде грифона на глубине 70 м, в месте смены пород, и исчезает в непроходимом сифоне на глубине 500 м. На отдельных участках ручей протекает в стороне от основного

хода или глубоко под завалами. Формирование ручья, по-видимому, происходит на поверхности, а затем он поглощается одним из верхних поноров, расположенных в зоне леса. Проведенное в весенний паводок трассирование потока не дало результатов, скорее всего, из-за незначительного времени наблюдения (поток окрашен флюоресцином на глубине 250 м, ловушки сняты через двое суток). Следует ожидать появления ручья в виде источника в правом борту р. Л. Рожкао.

На всем протяжении (более 2,5 км) ручья расход воды в межень примерно одинаков — 1—1,5 л/с. В паводок он увеличивается до 10 л/с. Ручей принимает и небольшие притоки (на глубине 130, 225 и 380 м), что почти не увеличивает его расхода. В отдельных залах полости (—220, —240 м, зал НСС) наблюдается капез. Зимой во входном колодце образуются небольшие ледяные сталагмиты.

Температура воды в пещере составляет 4,5° С. Летом в сухой верхней части пещеры (до глубины 70 м) температура воздуха 7° С, а в обводненной (до —220 м) —4—5° С. Ниже этого уровня измерение температуры не производилось.

В пещере обнаружено значительное количество остаточных отложений — песка и глины, являющихся результатом разрушения сланцев и известняков. На последних 100 м полости пол и стены покрыты толстым слоем (до 30 см) тонкоотмученной глины, откладывавшейся, вероятно, во время подпруживания очень мелкого сифона. К водно-механическим отложениям можно отнести кроме глины гальку сланцев и известняков. Пока не установлено происхождение гальки олигомиктового песчаника в меандре на глубине 400 м. Состав обломочной фракции — кварц, плагиоклаз, слюда, обломки кварцита.

В пещере широко представлены водно-хемогенные отложения. На участке глубиной от 40 до 60 м, где залегают мраморизованные известняки, а также в некоторых других местах пещеры много сталактитов, сталагмитов, сталагнатов. Изредка встречаются белые «соломины» — трубчатые сталактиты диаметром 0,5—0,7 см и длиной до 1 м. Во многих местах отмечены геликтиты. Значительная часть стен пещеры покрыта кораллитами различных форм. На глубине 130 м они имеют форму раковин, покрывают сплошной коркой стены хода. На других участках пещеры обнаружены кораллиты оолитовой формы. Их диаметр изменяется от долей до 2—3 см.

К водно-хемогенным образованиям относится и пещерный жемчуг, обнаруженный в двух залах полости. Жемчужины встречаются здесь в ванночках, как цементированные, так и

несцементированные, диаметром от 0,3—0,5 до 2 см. Форма их зависит от находящегося внутри материала. Если это кристаллы, форма жемчужин приближается к изометрической, если кусочки сланца — форма удлиненная и уплощенная. Толщина известкового слоя на крупных жемчужинах достигает 0,5 см.

В пещере активно идут процессы карбонатизации — обломки кальцитово́й коры на полу пещеры и глыбы покрыты новыми карбонатными натеками, стены почти на всех участках высачивания вод покрыты кальцитово́й коркой толщиной более 0,5—1 см. В то же время происходит и выщелачивание известняков, о чем свидетельствуют карры на своде меандра (—380 м). Интересно отметить, что стены притока, расположенного на этой глубине, местами покрыты коркой гипса с включениями обломков доломита.

Химический состав вмещающих пород и образований пещеры изучался на основе данных спектрального полуколичественного анализа. Было проанализировано 9 проб известняков, 5 — сланцев, 6 — натеков, 1 — глины, 1 — мирабилита и 1 — белой пластичной массы.

Сланцы и глины имеют устойчивый химический состав, характерный для этих пород [1]. Несколько снижено содержание V, Ва; повышено — Zn. Отмечается высокое содержание Ag. Состав микропримесей известняков также практически соответствует средним показателям для карбонатных пород. Лишь содержание Na в них превышает средние показатели почти на порядок. Не исключено, что именно известняки являются источником Na при образовании мирабилита, обнаруженного в пещере. Необычно высокое содержание серебра — почти в 100 раз выше среднего — отличает образец корродированного известняка, взятый с глубины 415 м. В этом же образце отмечены помимо других элементов Mo, Li, Y.

Спектральный анализ показывает, что в водно-хемогенных образованиях пещеры Майская наблюдается значительное перераспределение элементов по сравнению с известняками: полностью выносятся Pb, Ga, V, Zr; частично — Mn, Cu, Ti, Fe. Не изменяется содержание Na и Ni. Незначительное повышение содержания Sr и Ba связано с выносом других элементов и является относительным.

На глубине 380 м, в устье упомянутого притока меандра встречено «лунное молоко» (мондмилх). У уреза воды оно влажное, в верхних горизонтах меандра — сухое, сыпучее. Твердая фракция образцов была представлена не только кальцитом, но и другими карбонатами (гидромагнезит, магнезит, хантит, доломит), а также сульфатами (гипс),

фосфатами и силикатами. Р. Бернасconi предложил для наименования всех похожих на мондмилых образований использовать термин «белые пластичные массы», а термин «мондмилх», исторически и этимологически соответствующий двухфазным системам, состоящим из воды и кальцита, — лишь для тех белых пластичных масс, в твердой фракции которых кальцит составляет не менее 90% [4].

Пробы белой пластичной массы, взятые из пещеры Майская и предварительно очищенные от механических примесей, были проанализированы рентгеновским (дифрактометр ДРОН — 2,0;  $\text{CuK}_{\alpha\text{-изл.}}$ ,  $\phi\text{Ni}$ ,  $V_{\text{сч.}} = 1$  град/мин) и оптическим методами. Материал имеет вид пластинчатых, неправильной формы кристаллов (3—5 мкм, реже 1 мкм), изотропных в поляризованном свете. Рентгеновский спектр однозначно соответствовал спектру гидромагнезита  $\text{Mg}_3(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (ASTM — 25—513). Соляно-кислый остаток, полученный после обработки очищенного материала подогретой  $\text{HCl}$ , представлен  $\alpha$ -кварцем и  $\alpha$ -кристобалитом.

Таким образом, белая пластичная масса из пещеры Майская на 70% состоит из гидромагнезита с незначительной примесью  $\alpha$ -кварца и  $\alpha$ -кристобалита и на 30% — из арагонита и доломита (размер частиц от 0,1 до нескольких мм), являющихся механическими примесями. Как показало изучение химического состава образцов, белая пластичная масса значительно беднее микроэлементами по сравнению с известняками — основная часть полностью вынесена, содержание же Fe, Al, Si, Ti, Cu невысоко. Значительным остается только содержание Na.

Из вторичных образований пещеры Майская особый интерес представляют кристаллы автохтонных минералов — гипса и мирабилита ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Мирабилит относится к числу редких пещерных минералов. Он отмечен лишь в нескольких пещерах пяти стран (Испании, Канады, Кении, Румынии, США), в том числе во всемирно известных подземных системах Флинт Ридж — Мамонтова и Гарма Сега — Сельягуа [5, 6, 7, 8, 9]. В пещерах СССР мирабилит обнаружен впервые.

В пещере Майская кристаллы мирабилита встречаются на протяжении почти 1,5 км, с 250 м до 470 м глубины. Мирабилит представлен разнообразными формами: «цветами» — закрученными и изогнутыми кристаллами; тончайшими волосовидными кристаллами длиной до 0,5 м; «ватой» — спутанно-волоконистыми агрегатами длинных кристаллов; длинными (до 1 м) и толстыми (2—3 см) «дугами»; белоснежным порошком, а также прозрачными сталактитами. Иногда

пологие участки стен и пол покрыты толстым слоем «фирна», образованного зернами мирабилита округлой неправильной формы (0,2—0,4 мм) с незначительной (около 5%) примесью пластинчатых кристаллов гипса длиной 1—2 мм.

Образцы мирабилита, предназначенные для лабораторных исследований, выносились из пещеры в герметичном контейнере. Материал определен на основе рентгенофазового анализа препарата, помещенного на влажную подложку. При дегидратации препарата линии спектра отвечают тенардиту ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

Изучение мирабилита из испанской пропасти Гарма Сега [5] показало, что в нем кроме макрокомпонентов (Na — 32%,  $\text{H}_2\text{O}$  — 55%) содержатся Ba, Sr, K, Ca. В образце из пещеры Майская представлено большее число элементов (Cu, Mn, Ti, Mg, Si, Ag, Fe, Cr), но не обнаружен Ba.

Специальных биоспелеологических исследований в пещере не проводилось. Вблизи одного из притоков на глубине 130 м встречены представители пещерной фауны — лишённые пигментации многоножка и паучок. Пещеру населяет также колония подковоносов, большая часть которых располагается на дне входного колодца. Отдельные особи встречаются и на глубине от 360 до 450 м, хотя в этом месте пещера имеет максимальную удаленность от поверхности (300—400 м).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Войткевич Г. В. и др. Краткий справочник по геохимии. М., 1970.
2. Геология Большого Кавказа. М., 1976.
3. Костин П. А. Карст хребта Дженту.— В кн.: Сев. Кавказ. Ставрополь, 1977, вып. 4.
4. Bernasconi R. Mondmilch (Moonmilk): Two Questions of Terminology. — In: Proc. 8th Int. Congr. Speleology. Georgia, 1981>.
5. Grodzicki J., Koisar B., Zawidzki P. Mirabilit z jaskini Garma Siega (Gory Kantabryskie, Hiszpania). — In: Kras i speleologia. Katowice, 1978, t. 2 (XI).
6. Harmon R. S., Atkinson T. C The Mineralogy of Castleguard Cave, Canada. — In: Proc. 8th Int. Congr. Speleology. Georgia, 1981>1.
7. Laverty M., Crabtree S. Ranciete and mirabilite: some preliminary results on cave mineralogy. — In: Trans. British Cave Research Assos., 1978, v. 5, N 3.
8. Motio A., Viehmann J., Struslevoci R. Deconverte de nouveaux mineraux dans la Grotte de Tausoare (Monts de Rodna).— Trav. Inst. Speol. «E. Racovitza». Bucurest, 1977, v. 16.
9. White W. B. Cave minerals and speleothems. — In: The Science of Speleology. Academic Press, 1976.

*А. И. Печеркин, В. Н. Катаев, А. В. Маклашин*

Пермский университет

*Л. В. Печеркина*

ВНИИОСуголь

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГИПСА И АНГИДРИТА НА УЧАСТКЕ ШТОЛЬНИ, ВСКРЫВАЮЩЕЙ ГРОТ ВЫШКА КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ

Детальное изучение сульфатных массивов в районах поселков Полазна и Куликово (Предуралье) и последующий рентгеноструктурный анализ образцов показали, что содержание в породе гипса и ангидрита значительно изменяется как в направлении простирания, так и по мере углубления [1, 3]. На участках повышенной трещиноватости обнаружен гипс, образовавшийся в результате гидратации. На поверхности межтрещинных блоков  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  присутствует в виде корки, нередко отслаивающейся при снижении сжимающих напряжений. Такие вторичные гипсовые образования отмечены в Полазненском массиве [2].

Внутренние части межтрещинных блоков подвержены диффузионной гидратации, заключающейся в проникновении воды в кристаллическую решетку ангидрита. Напряженное состояние массива, определяющее степень деформированности кристаллической решетки минералов, способствует диффузионной гидратации. Степень сохранности кристаллической решетки ангидрита увеличивается к

центру межтрещинного блока. Обратное явление характерно для гипса. Следовательно, степень гидратированности ангидрита повышается к периферии межтрещинных блоков и достигает максимума на их поверхностях, омываемых трещинными водами. С увеличением степени гидратированности уменьшается прочность пород (рис. 1) [3]. По степени гидратированности можно определить близость водопрводящей трещины или карстовой полости от места отбора образца.

Нами проанализированы результаты рентгеноструктурного исследования образцов, отобранных из штольни, пройденной

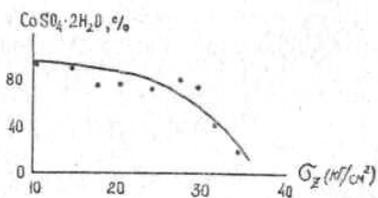


Рис. 1. Изменение сопротивления одноосному сжатию гипс-ангидрита в зависимости от содержания в породе  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (%)

в гипс-ангидритовом массиве Ледяная гора и вскрывшей грот Вышка Кунгурской ледяной пещеры (табл.). Исследования проводились на установке Дрон-2,0. По рентгенограммам определялись четыре показателя внутреннего состояния кристаллов гипса и ангидрита:

1)  $I_i$  (мм<sup>2</sup>) — интенсивность рассеяния импульсного луча (комплексный показатель сохранности кристаллической решетки), регистрируется по площади характерного пика, для ангидрита — по  $d=0,349$  нм,  $2\theta=25,5^\circ$ , для гипса — по  $d=0,306$  нм,  $2\theta=29,2^\circ$  (где  $d$  — межплоскостное расстояние,  $2\theta$  — угол регистрации пика);

2)  $B$  (мм) — общий показатель дисперсности (деформируемости), характеризующий величину области когерентного рассеяния и в меньшей степени микронапряжения;

3)  $\alpha_{1/2}^0$  степень текстурированности;

4)  $\sigma^0$  — значения микронапряжений.

Определено процентное содержание гипса и ангидрита в породе. Значения  $I_i$ ,  $B$ ,  $\sigma^0$  прямо пропорциональны, а  $\alpha_{1/2}$  — обратно пропорциональны степени деформируемости кристаллической решетки минералов.

На тридцатиметровом участке опробования выделены два межтрещинных блока. На графиках они заключены между отметками 3 и 12, 18 и 24 м. Отметки 24 и 30 м ограничивают зону влияния карстовой полости (грот Вышка). Межтрещинные блоки характеризуются высоким содержанием ангидрита (82%) и низким содержанием гипса (18%). Совпадение максимумов кривых текстурированности, которые несколько выше для ангидрита, указывает на унаследованность строения и ориентированности кристаллов гипса, образовавшихся при замещении ангидрита. Пониженные показатели деформированности и микронапряжений, более интенсивное рассеивание ангидрита и менее интенсивное — гипса дают основание заключить о вторичности гипса по отношению к ангидриту.

На графиках (рис. 2) четко выделены зоны повышенной трещиноватости пород, расположенные по краям монолитных трещинных блоков. Их характерными признаками являются незначительное содержание ангидрита в сравнении с гипсом, низкая степень текстурированности, высокие показатели дисперсности и микронапряжения для ангидрита. Сохранность кристаллической решетки гипса в этих зонах на порядок выше, чем у ангидрита. Это объясняется тем, что формирование кристаллов гипса происходило после образования трещин. Характеристические показатели вблизи грота Вышка (отметки 24—30 м) определяются зоной влияния полости. Резкое

**Результаты рентгеноструктурного анализа образцов гипс-ангидрита  
(район Кунгурской ледяной пещеры)**

Показатель	Расстояние, м									
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Гипс $B$ (мм) ангидрит	7	8	6,5	7	10	8	8	7	5,5	8,5
	7,5	7	7	7,5	12	8	7	9	10	9
гипс $\alpha_{1/2}^{(0)}$ ангидрит	11	25	11	6,9	18,2	10	6	15	5	12
	5	20	6	6	20	4	4	6	6	7
гипс $\sigma^0$ ангидрит	0,15	0,05	0,12	0,1	0,1	0,1	0,08	0,08	0,14	0,66
	0,17	0,04	0,06	0,3	0,13	0,06	0,17	0,18	0,10	0,10
гипс $I_i$ (мм) <sup>2</sup> ангидрит	1089	1100	745	777	16200	630	310	572	15400	11520
	9150	16500	83300	—	80	9750	29700	14490	68	—
гипс % ангидрит	34	23	4	11	99,9	22	4	15	99,9	100
	66	77	96	89	0,1	78	96	85	0,1	—

повышение содержания гипса в породе (до 100%) указывает на полную гидратацию ангидрита вблизи стенок полости. Гидратации способствовали дефекты кристаллической решетки

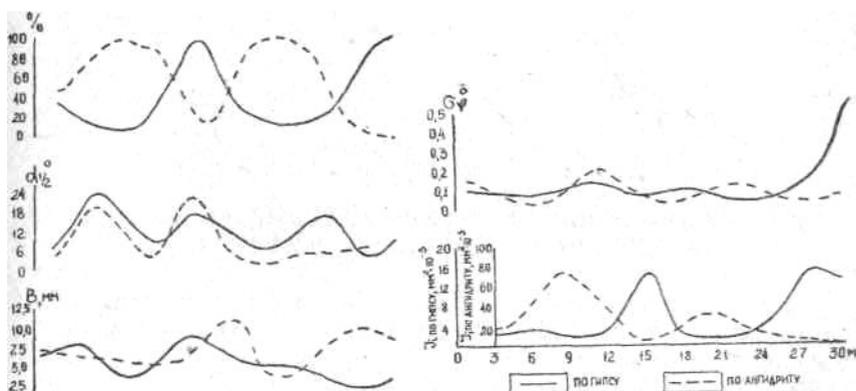


Рис. 2. Результаты рентгеноструктурного анализа образцов гипс-ангидрита, отобранных на участке штольни, вскрывающей грот Вышка

ангидрита, типичные для сильно трещиноватых зон. Минералы трещиноватых зон и зоны влияния карстовой полости имеют идентичные рентгеноструктурные характеристики, но для гипса по направлению к полости они более стабильны. Например, степень текстурированности увеличивается по мере приближения к полости, а изменение значений деформированности и макронапряжений у гипса и ангидрита носит противоположный характер, что отчетливо выражено на графике (рис. 2). Именно подобное изменение рентгеноструктурных показателей и определяет зону влияния карстовой полости, которая в рассматриваемом случае составляет 6 м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунова К. А., Максимович Н. Г., Катаев В. Н. Использование данных рентгеноструктурного анализа пород при изучении сульфатного карста. — Тез. докл. научно-технического совещания. Пермь, 1982.
2. Печеркин А. И., Максимович Н. Г., Болотов Г. Б., Закоптелов В. Е. Пещеры и другие карстовые формы на побережье камских водохранилищ. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1981.
3. Печеркин А. И., Катаев В. Н., Печеркина Л. В. Изменение прочности сульфатных горных пород в зависимости от степени их гидратированности. — В кн.: Инженерная геология Западного Урала. Перм. ун-т, 1982.

# МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЛОСТЕЙ

УДК 551.442(477.8)

*А. Б. Климчук*

Институт геологических наук АН УССР

## **ОПЫТ ДЕТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ВОДНОМЕХАНИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КРУПНОЙ ПЕЩЕРНОЙ СИСТЕМЫ**

Осадки, формируемые подземными водами механическим путем, широко распространены в пещерах. Они выделяются в качестве самостоятельного типа водномеханических отложений (ВМО) во всех классификациях отложений пещер [2, 11, 13]. Их комплексное исследование позволяет получить богатую информацию об истории развития пещеры, ценные сведения для разнообразных палеорекоstructions, особенно палеогеогеологических [2, 4, 6, 7]. Характеристика условий залегания, распространения, состава и свойств ВМО весьма важна и для целей инженерного освоения карстовых пещер [3].

Палеорекоstructions по данным изучения ВМО возможны лишь при детальных комплексных исследованиях. Примером подобных работ в пещерах смогут явиться исследования геологов-четвертичников и археологов [5, 10], которые, однако, редки в практике спелеологии в нашей стране.

В настоящей статье рассматривается опыт детального изучения ВМО пещер Атлантида и Киевлянка (Подольско-Буковинская карстовая область). Пещера Атлантида заложена в левом борту долины р. Збруч в 18-метровой толще гипсов тирасской свиты ( $N_1bd_2^1$ ). Гипсовая толща подстилается карбонатными отложениями нижнего бадения, ниже которых залегают меловые и мощные силурийские отложения. Гипсы непосредственно перекрываются маломощными хемогенными ратинскими известняками, также входящими в состав тирасской свиты. Выше залегают глинисто-карбонатные осадки верхнего бадения (5—8 м), мощные (до 35 м) глинистые отложения сармата, а также песчано-галечниковые отложения 7-й днестровской террасы, относимые обычно к плиоцену.

Современные гидрогеологические условия пещерного блока определяются глубоким врезом местного базиса дренирования —

р. Збруч — ниже карстующихся гипсов и положением пещер в придолинной части массива. Глинистые сармат-отложения, обладающие низкими фильтрационными свойствами, предохраняют гипсовую толщу от воздействия инфильтрационных вод зоны аэрации и от существенной переработки сформированных в иных гидрогеологических условиях карстовых полостей.

Общая пространственная структура пещеры Атлантида определяется сложным сочетанием различных мезоформ — основных элементов системы: ходов, галерей, залов, внутренних колодцев (каминов). Они составляют уплощенную слоевую систему с преобладанием горизонтального развития (рис. 1). Суммарная длина пещеры Атлантида 2525 м, площадь 4441 м<sup>2</sup>, объем 11360 м<sup>3</sup>.

В пещере установлено наличие трех разновысотных ярусов полостей, которые обладают специфическими морфологическими чертами. Нижние галереи, названные «магистральями», обычно широкие (в среднем 4,3 м) и высокие (3,5 м), имеют в идеале овальное поперечное сечение, часто осложненное врезом в подошве. На этом же гипсометрическом уровне развиты более низкие (0,9 м) и узкие (1,7 м) извилистые хода, называемые «подвалами», имеющие отличный от магистралей морфологический облик. Средний, так называемый «переходниковый», ярус образован, главным образом, трещинообразными ходами, расположенными на 7—9 м выше магистральных галерей. Средняя ширина ходов яруса 0,7 м, высота 2,3 м. Залы обычно образованы при слиянии полостей магистрального и переходникового яруса. Два хода, образующие третий ярус пещеры, имеют небольшую протяженность (по 10—12 м) и расположены на 3 м выше ходов переходникового яруса в северо-восточной части пещеры. Самостоятельную генерацию представляют собой вертикальные нисходящие кармины, открывающиеся в потолке ходов и залов магистрального и переходникового ярусов и начинающиеся от кровли гипсов.

Проведенный морфогенетический анализ позволил установить, что полости, составляющие ныне единую систему, разновозрастны и формировались в различных гидрогеологических условиях. Образование основных элементов пещеры, в частности, полостей магистрального и переходникового ярусов, происходило под воздействием напорных вод во фреатических условиях. Отдельными напорными куполами в сводах ходов переходникового яруса вскрыты фрагменты более древних полостей (третий ярус). На полости магистрального и переходникового ярусов накладывались более поздние спелеоформы —

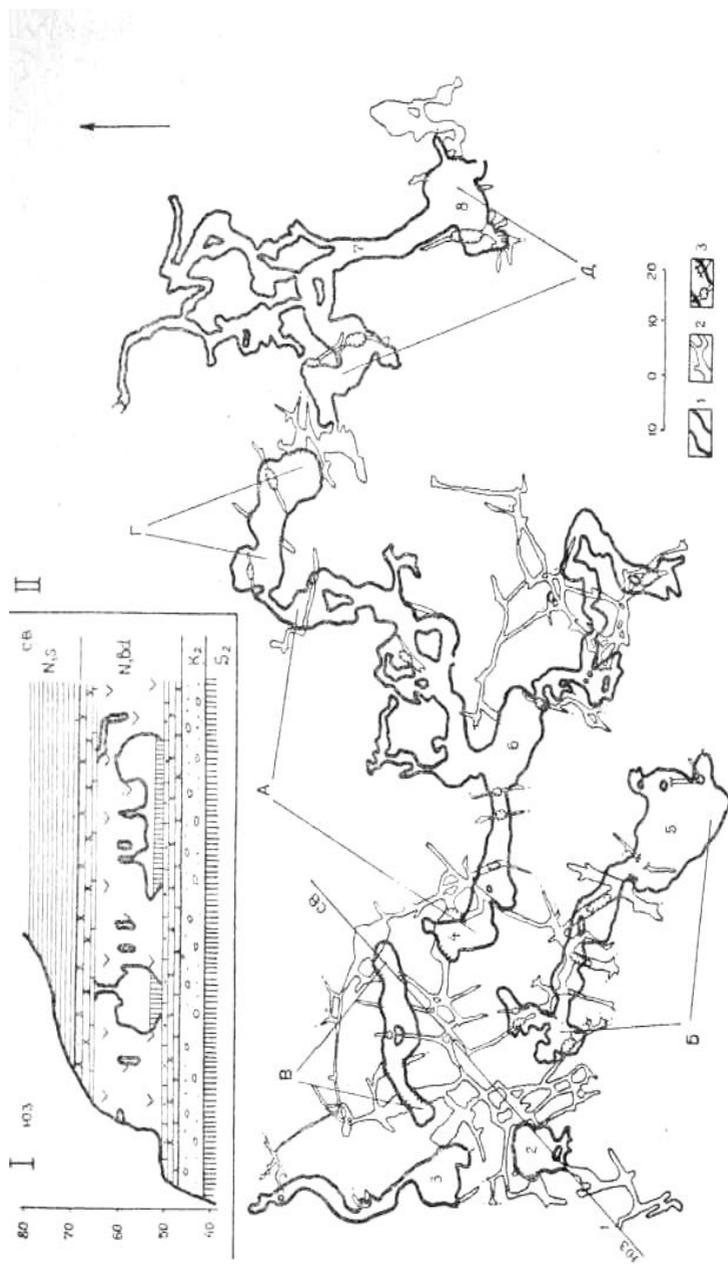


Рис. 1. Пещера Атлантида: 1 — условия заложения (разрез-проекция); II — план. Условные обозначения: I — полости магистрального яруса; 2 — полости переходного яруса; 3 — соединение полостей разных ярусов. Буквами и цифрами обозначены участки: А — I магистраль; Б — II магистраль; В — III магистраль; Г — IV магистраль; Д — V магистраль; I — вход; 2 — зал Радости; 3 — зал Олимпийский; 4 — зал Альпинистов; 5 — зал Динамо; 6 — зал Покорителей пещер; 7 — Партизанская галерея; 8 — зал Киевских следологов

вертикальные нисходящие камины, образующиеся в гидродинамических условиях, близких к современным (зона аэрации — незначительная вертикальная фильтрация вод, локализованная по трещинным зонам и отдельным трещинам в условиях глубоко дренированных междуречных массивов). Их формирование продолжается и в настоящее время.

Первоначально единая система полостей, основу пространственной структуры которой составляют магистральные каналы, в дальнейшем расчленилась провалами на отдельные фрагменты. Один из них — пещера Киевлянка, расположенная на 300 м южнее пещеры Атлантида.

#### *Методика исследований*

ВМО пещер Атлантида и Киевлянка вскрывались многочисленными шурфами, заложенными в различных участках пещер, чаще всего поперек галерей. Разрезы детально описывались, отбирались пробы для различного вида анализов. Гранулометрическому анализу подвергнуты все разновидности ВМО (60 проб). По результатам строились кумулятивные кривые и гистограммы распределения зерен. Параметры распределения размеров зерен определялись методом центральных моментов [1]. Для каждой пробы рассчитывались средневзвешенный диаметр, стандартное отклонение, степень асимметрии и степень эксцесса. Эти параметры использовались для сравнения различных проб и оценки условий осадконакопления в соответствии с рекомендациями, изложенными в новейших руководствах по седиментологии [1, 12]. Значения палеоскоростей и палеорасходов формирующих потоков определялись по номограмме Хьюлстрома-Бургхарда [14].

Пробы для минералогического анализа (28) отбирались из различных слоев. Результаты минералогического анализа легкой и тяжелой фракций использовались с целью корреляции отдельных слоев разрезов (по сходным минералогическим комплексам) и выявления степени изменчивости характера питающей области (по резкому различию минералогических комплексов соседних в разрезе слоев).

Пробы на палинологический анализ для датировки ВМО отбирались по всем шурфам и расчисткам. Впервые в отечественной практике предпринята попытка палеомагнитного исследования водномеханических пещерных отложений, что особенно важно для их стратификации, корреляции и определения возраста в связи с ограниченной возможностью применения палеонтологических методов.

С использованием результатов всех видов исследований производился анализ изменчивости условий осадконакопления для каждого разреза ВМО.

Изучение вторичных отложений, в частности водномеханических, является важной составной частью сопряженного анализа истории развития пещерной системы, который проводится на базе морфогенетического и седиментологического изучения с привлечением материалов по геолого-геоморфологической истории территории [7]. Как правило, морфогенетический анализ дает информацию для реконструкции событий раннего периода развития пещеры (прогрессивной фазы спелеогенеза), изучение вторичных отложений — для восстановления более позднего периода (регрессивной фазы спелеогенеза). Эти фазы, однако, иногда накладываются для пещерных систем, элементы которых разновозрастны и гетерогенны.

#### *Распространение, формы залегания и анализ текстур*

ВМО распространены почти по всей пещере, но далеко не равномерно. Они выполняют нижнюю часть сечений ходов, галерей и залов пещеры и представлены главным образом глинистыми осадками. В ходах переходникового яруса заполнитель маломощный (10—30 см, максимум до 1 м) и, как правило, не имеет в разрезе какой-либо стратификации. В галереях и залах магистрального яруса ВМО распространены повсеместно, и мощность их значительно выше — 1,5—3 и даже 4,6 м (шурф 4). Заполнитель занимает в среднем около  $\frac{1}{3}$  объема пещеры, искажая ее видимую морфологию. ВМО полостей магистрального яруса залегают непосредственно на подстилающих гипсы песчаных известняках и имеют в разрезе сложное строение, отражающее достаточно длительную историю осадконакопления и изменчивость обстановки. Подобным же образом можно охарактеризовать водномеханические отложения ходов и залов подвалов, однако мощность их меньше, чем в магистралях (1—1,5 м).

Важную информацию о формировании водномеханических осадков может дать анализ текстур отложений, редко используемый в практике спелеологических исследований. При характеристике текстур будем использовать терминологию и классификацию, данную Ф. Дж. Петтиджем [12].

Наиболее распространенной текстурой, относимой к механическим («первичным»), является слоистость. Отчетливой слоистостью обладает большая часть ВМО магистралей и подвалов; для заполнителя переходников слоистость не характерна;

преобладают комковатые и рыхлые глинистые осадки.

В магистральных отчетливая слоистость преобладает в отложениях, слагающих нижнюю половину разреза; в верхней части чаще наблюдаются комковатые глины (неустойчивые условия накопления). В верхней части разреза иногда различаются горизонты, сложенные материалом провальных тел: либо в первичном залегании (шлейф провального тела), либо перераспределенным временными водными потоками недалеко от провала. Такие горизонты также обладают беспорядочной комковатой или обломочной текстурой. Однако в ряде шурфов слоистость имеет место по всему разрезу.

Слои (горизонты) в разрезах выделяются по отчетливым изменениям состава осадков, отражающим изменения условий обстановки осадконакопления. Такие изменения часто ритмичны (например, переслаивание пелитов и алевролитистых пелитов). Наблюдается также внутренняя слойчатость в пределах однородных по составу горизонтов, которая подчеркивается благодаря концентрации гидроокислов железа по плоскостям напластования. Преобладает горизонтальное залегание слоев; деформированная слоистость, наблюдаемая в некоторых разрезах, вызвана разными причинами. Возможно, деформации обусловлены уплотнением и потерей воды толщей глинистого заполнителя, залегающего в коренном «ложе» сложной формы, или налеганием на неконсолидированный осадок крупных глыб и провальных тел.

Текстуры на поверхностях напластования бедны. При изучении разрезов не установлены знаки и следы механического воздействия на межпластовые поверхности. На некоторых поверхностях напластования отмечены трещины усыхания, выполненные вышезалегающим материалом. В частности, они обнаружены в глинах слоя 9 шурфа 4; выполнены трещины черным сажистым порошкообразным материалом, слагающим здесь же маломощный прослой. Возникновение трещин усыхания связано с потерей воды при выходе илистого осадка на поверхность. Черный порошкообразный материал, встречаемый во многих разрезах, расценивается нами как индикатор субаэральных условий: он на больших площадях магистралей и подвалов слагает верхний слой, накапливающийся и сейчас (т. е. это не водномеханический осадок). Однако слои черного порошка встречены и в толще заведомо водномеханических осадков (шурфы 1, 4, 1к). Наличие трещин усыхания в подошве такого прослоя подтверждает предположение о субаэральных условиях накопления этого материала.

С процессом усыхания илового материала в субаэральных условиях связаны также своеобразные текстуры верхних горизонтов в некоторых разрезах (шурфы 1, 1к). Тут в общей массе коричневых глин с беспорядочной комковатой текстурой встречаются плоские куски плотных серых глин, состоящие из материала более тонкой размерности. При усыхании трещины разбивают относительно маломощный пласт на многоугольники, вплоть до его подошвы. Многоугольники отрываются от пласта, слегка перемещаются, часто закручиваются и даже переворачиваются. В последующей фазе обводнения полости они оказываются в толще осажденного материала.

Преобладание беспорядочных комковатых текстур в верхних горизонтах разрезов и заполнители ходов и ниш переходникового яруса указывает на неустойчивый режим и кратковременность последних фаз обводнения. Элементы слоистости тут могли нарушаться также при образовании стяжений кристаллов гипса в толще глин. Последние широко распространены в верхних горизонтах ВМО пещеры. Стяжения представляют собой аутигенные образования и относятся к группе диагенетических (вторичных, «химических») текстур. Встречаются как мелкие гипсовые кристаллы, рассеянные во вмещающих глинах, так и пучки кристаллов или отдельные крупные кристаллы.

#### *Гранулометрическое изучение*

Гранулометрическому анализу были подвергнуты 60 проб, представляющие практически все разности ВМО пещерной системы и различные условия формирования осадков. Наиболее тонкий и однородный состав имели пробы, отобранные из слоев черного порошкообразного сажистого материала (табл.). Выше было отмечено, что эти слои формируются в субаэральных условиях и рассматриваются как индикаторы таковых. Гранулометрический состав материала из разных шурфов сходен и однороден. Содержание частиц 0,01—0,001 мм составляет 99,32÷99,48%, все параметры распределения очень близки или совпадают полностью. Постоянство состава этих слоев, отражающее полное сходство условий среды осадконакопления, также свидетельствует о субаэральных условиях их формирования, ибо только воздушные условия могут быть столь сходными в различных частях пещерной системы.

В целом в составе водномеханических отложений отмечается значительное преобладание глинистых осадков.

В большинстве случаев это пелитовые глины, содержащие 90—99% соответствующих частиц (рис. 2 А).

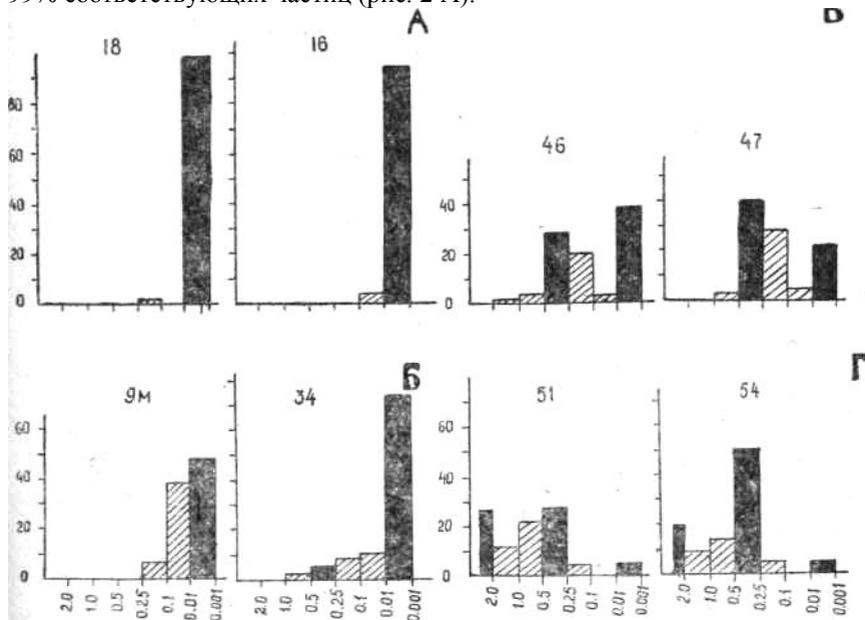


Рис. 2. Типичные гистограммы гранулометрического состава пелитовых глин (А), алевритистых глин (Б), глинисто-песчаных отложений (В) пещерной системы и гравийно-песчаных отложений 7-й днестровской террасы (Г)

В разрезах ВМО четко выделяются горизонты, сложенные алевритистыми глинами (содержание фракции 0,1—0,01 мм достигает 10% и более). Фракция 0,01—0,001 мм и в этих отложениях остается модальной, но уже составляет 44—78% (рис. 2 Б).

В пещере Киевлянка, в северо-восточной части (ближней к Атлантиде), шурфом 2к вскрыт разрез, содержащий слой разнозернистого глинистого песка, некоторые — с гравийно-галечниковым материалом. Эти отложения характеризуются бимодальным распределением частиц с модальными фракциями 0,5—0,25 и 0,01—0,001 мм, причем среднеспесчаная фракция является основной (рис. 2 В). Характерный литологический состав и облик гравийного материала позволили сопоставить отмеченные слои с отложениями 7-й днестровской террасы, залегающими на водораздельном плато (рис. 2 Г). Гравийно-песчаный материал, вероятно, был принесен в пещеру через поноры при размыве террасовых отложений.

Основным деструктивным процессом, поставляющим кластический материал в карстовые воды, в условиях Подолии является эрозия. Выше гипсов распространены слабоконсолидированные

**Параметры распределения размеров зерен различных групп водномеханических отложений**

Отложения	Средневзвешенный диаметр		Стандартное отклонение (S)	Асимметрия (A)	Экссесс (Э)
	φ	мм			
Отложения 7-й террасы	0,78—	0,34—	1,46—	1,78—	6,34—
Днестра	1,52	0,58	2,36	2,83	15,84
Шурф 2к (переотложенные террасовые отложения)	3,49—	0,04—	2,74—	0,43—	1,24—
Глины алевроитовые	4,50	0,08	3,46	1,00	2,35
	5,60—	0,006—	1,89—	—0,35—	1,79—
Глины иловые	7,35	0,02	2,76	—1,71	4,35
	8,01—	0,0033—	0,57—	—4,98—	28,64—
Черный порошкообразный материал	8,23	0,0039	0,96	—9,59	98,87
	8,28	0,0029	0,35	—3,81—	201,89—
				—17,19	316,55

отложения, продукты размыва которых вносятся в карстовые полости. Состав отложений источников сноса определяет возможный состав нового осадка, т. е. дает набор фракций, могущих реализоваться в новом осадке. Отбор фракций происходит при транспортировке материала, но окончательно состав нового осадка определяется при осадении. Основную роль в этом процессе играет селекция зерен в соответствии с гидродинамическими свойствами транспортирующих потоков (ламинарный или турбулентный режим, скорость и др.) и морфологией области транзита (трещины, крупные тоннели и галереи, разноуровневные каналы и т. д.). Изменение размеров транспортируемых зерен в процессе переноса не может в данном случае оказывать заметного влияния на состав пещерных ВМО, так как сравнительно невелики расстояния переноса и энергия транспортирующих потоков.

Приведенные параметры распределения пелитовых глин, составляющих наиболее распространенный по площади и в разрезе вид ВМО пещерной системы, свидетельствуют о высокой степени сортировки осадка и слабой энергии транспортирующей

среды. Такие тонкие глины могли формироваться в условиях слабopроточных озер или медленных напорных потоков. Судя по номограмме Хьюлстрoма, пороговые значения скорости потока, необходимые для транспортировки подобных осадков, находятся ниже 0,1 см/с.

Алевритистые глины, образующие четко выраженные слои среди пелитовых глин, накапливались в условиях несколько большей активности водной среды. Пороговые значения скорости транспортирующего потока для такого материала превышали 0,1 см/с. Некоторое усиление динамической активности водной среды иногда сохранялось довольно длительное время и слои алевритистых глин достигали мощности 20—25 см (шурфы 4, 5, 1к), в других случаях оно было кратковременным и многократным (ритмичным), что отразилось в чередовании маломощных прослоев алевритистых и пелитовых глин (шурфы 4, 6).

Палеогидродинамическая интерпретация данных гранулометрии по глинистым осадкам пещеры, имеющим одну ярко выраженную модальную фракцию 0,01—0,001 мм и, как правило, очень хорошую сортировку, не представляет особых затруднений. Близкие классы глинистых и алевритовых частиц переносятся одинаково — в виде суспензии. Значительно сложнее интерпретируются данные гранулометрии по отложениям шурфа 2к, для которых характерно бимодальное распределение. Бимодальное и полимодальное распределения встречаются редко, особенно в тонкозернистых отложениях потоков [12, с. 53, 59]. Обе модальные фракции пещерных осадков (0,5—0,25 и 0,01—0,001 мм) унаследованы от исходных террасовых отложений, причем две моды у нового осадка выражены особенно четко, так как количество глинистых частиц значительно увеличилось (рис. 2 В—Г). Мы не будем касаться причин полимодального распределения в террасовых отложениях, однако применительно к пещерным отложениям необходимо рассмотреть эту проблему, весьма важную для обоснованных палеогидродинамических реконструкций. Понятно, что в данном случае бимодальное распределение пещерных осадков связано скорее с условиями транспортировки и осадения, чем с составом исходных отложений.

Полимодальное распределение зерен в осадках часто объясняют присутствием в транспортирующей среде трех классов зерен, связанных с различными формами переноса: волочением, сальтацией, транспортировкой в суспензии [1, 12]. Однако это не объясняет одновременного осадения. В нашем случае средний диаметр одной модальной фракции превышает таковой у другой моды в 76 раз. Учитывая немалое содержание

гравийных частиц в одной из проб, различие крайних значимых фракций достигает трех порядков. Допуская возможность одновременного нахождения столь разных частиц в транспортирующей среде, мы должны исключить возможность их одновременного осаждения. Так, по Фрейзеру, в каждый конкретный момент река отлагает материал ограниченной размерности [15]. Наиболее вероятно, что отложение материала разной размерности осуществляется потоком с угасающей энергией. В начале отлагается наиболее грубый материал, принесенный при максимальной транспортирующей энергии пещерного потока, затем, по мере ее уменьшения, откладывается все более тонкий материал, заполняющий промежутки между крупными зернами. Таким образом, при оценке палеоскоростей и палеорасходов потоков методом Хьюлстрома-Буркхарда следует использовать не медианные диаметры зерен (или средневзвешенные диаметры), а значения середины модальных гранулометрических классов и даже середины наиболее грубого значимого (несколько %) классов. Полученные при этом величины палеоскоростей будут характеризовать динамику водной среды в разные моменты времени накопления данного слоя. Так, для пробы № 48 (слой 3, шурф 2к) пороговое значение скорости транспортирующего потока, полученное по средневзвешенному диаметру (0,08 мм), составляет 0,6 см/с (палеорасход для данного сечения хода — 0,07 м<sup>3</sup>/с); полученное по середине модального класса 0,01—0,001 мм — менее 0,1 см/с; по середине модального класса 0,5—0,25 мм — 3,0 см/с (палеорасход 0,2 м<sup>3</sup>/с); по середине наиболее грубого значимого класса — 11,0 см/с (палеорасход 1,1 м<sup>3</sup>/с). Это пороговые значения для потоков, способных транспортировать соответствующий материал; палеоскорости и палеорасходы при транспортировке могут иметь большие значения.

#### *Минералогическое изучение*

Минералогическая характеристика ВМО пещерной системы дана по результатам анализов тяжелой и легкой фракций 29 проб из различных шурфов и зачисток. Выход тяжелой фракции в большинстве проб очень мал, и только в некоторых пробах она составляла 0,1—2,0%. В пробах из слоев черного сажистого материала выход тяжелой фракции достиг 50—60%.

Всего в проанализированных пробах обнаружено 32 минерала (рис. 3). Среди глинистых минералов легкой фракции рентгенографическим анализом установлено преобладание

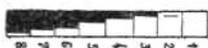
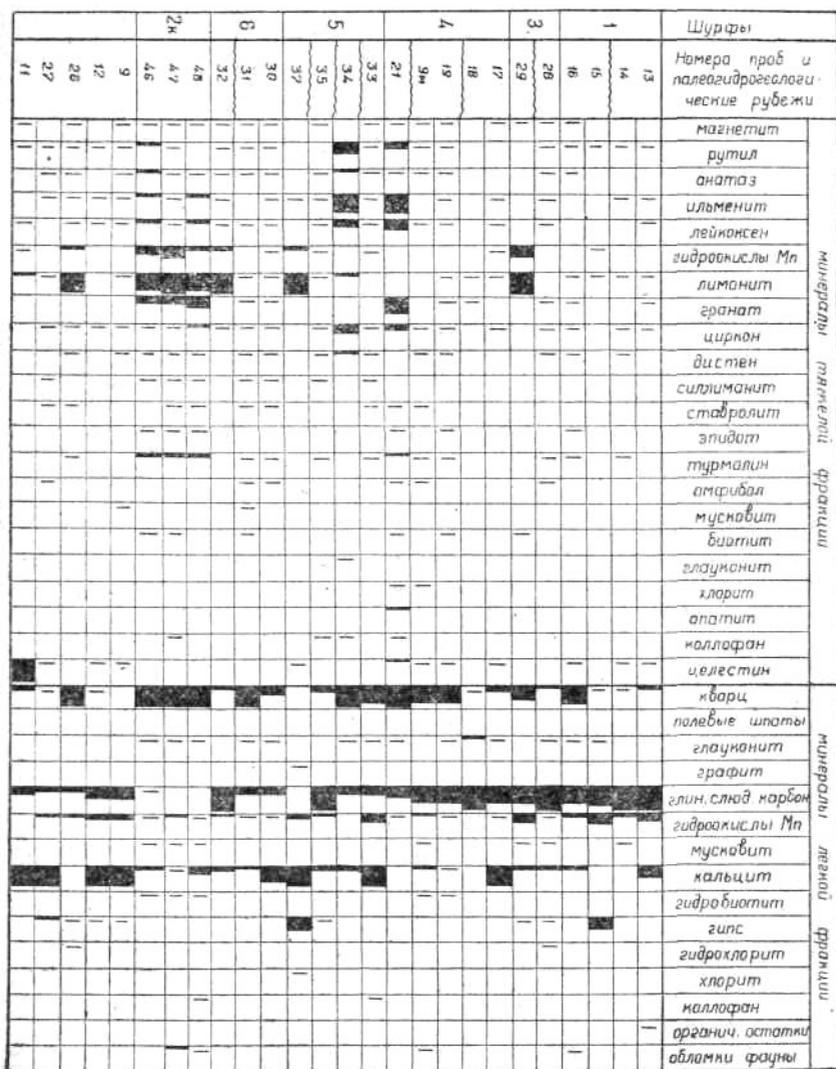


Рис. 3. Минеральный состав тяжелой и легкой фракций водномеханических отложений пещер Атлантида и Киевянка (%): 1 — нет; 2 — единичные зерна; 3 — 1—5; 4 — 5—10; 5 — 10—25; 6 — 25—50; 7 — 50—75; 8 — более 75

монтмориллонита. Все минералы тяжелой фракции, обнаруженные в пещерных отложениях, известны в составе различных неогеновых отложений Приднестровья; из них непосредственно в гипсах встречаются магнетит, рутил, анатаз, ильменит, гранат, циркон, дистен, ставролит, турмалин, амфиболы, слюды, глауконит, апатит, целестин [9, 10]. Магнетит, рутил, ильменит, коллофан, обнаруженные в отложениях пещеры Атлантида, ранее были установлены в составе тяжелой фракции заполнителя полостей на Раздольском серном месторождении [9].

Лимонит в большинстве случаев является автохтонным минералом, а его широкое распространение в заполнителе свидетельствует о преобладании окислительной обстановки в процессе формирования и диагенеза пещерных ВМО. Об этом же говорит отсутствие других железосодержащих минералов, тогда как они известны в гипсах (пирит) и вышележащих отложениях.

В целом минеральные комплексы заполнителя пещеры соответствуют минеральному составу вмещающих и, особенно, вышелегающих отложений. Качественные и количественные различия в составе минеральных ассоциаций отражают изменения палеогидрогеологических условий периодов накопления соседних слоев и горизонтов (изменения контуров питающих водосборов или различия в «наборе» вышележащих отложений, подвергаемых размыву). Такие палеогидрогеологические рубежи намечены на рис. 3. В ряде случаев выделяются пробы из разных шурфов с аналогичным качественным и количественным составом, что позволяет произвести корреляцию разрезов.

Слои, сложенные черным сажистым порошкообразным материалом, охарактеризованы на основе анализа двух проб (29 и 37), отобранных из разных шурфов. Тяжелая фракция этих отложений (выход 50—60%) почти полностью состоит из гидроокислов марганца и железа. Ограниченность минерального состава указывает на остаточное происхождение этого материала. Черный порошок в виде примазок и налета часто покрывает стены и потолок магистралей и подвалов; на многих участках он запечатан под тонкой кристаллической корой гипса. Источником гидроокислов марганца служили вышележащие отложения, в которых различные соединения марганца встречаются очень часто [9]. С подземными водами марганец попадал в карстовые полости, где образовывались налеты и примазки гидроокислов марганца на стенах и сводах. В субаэральных условиях этот материал, осыпаясь, накапливался на полу пещеры.

### *Палинологическое и палеомагнитное изучение*

Для обоснованных палеореконструкций, производимых на основе изучения ВМО пещер, большое значение имеет определение возраста осадков. Выбор методов, которые могут быть использованы для датировки заполнителя изучаемой пещерной системы, весьма ограничен. Костных и растительных остатков в разрезах не обнаружено. Более 70 образцов подвергнуто палинологическому анализу, однако спор и пыльцы в них не установлено.

Для изучения новейших отложений, особенно бедных палеонтологическим материалом, все чаще применяется палеомагнитный метод. В последние годы в зарубежной литературе появились сообщения об использовании его при изучении пещерных отложений. Сотрудниками Института геофизики АН УССР К. П. Лагутиным и В. В. Бахмутовым было проведено палеомагнитное изучение разреза шурфа 4, который вскрывает наиболее полный разрез заполнителя (4,5 м). На разрезе наблюдается довольно четкая смена обратной и прямой полярности с двумя аномальными зонами. Ввиду того, что не удалось получить ни одной датировки другими методами, вопрос о привязке полученного палеомагнитного разреза к магнитостратиграфической шкале остается открытым. При продолжении таких исследований в пещерах Подолии следует иметь в виду возможность сопоставления получаемых палеомагнитных разрезов с таковыми для террасовых отложений р. Днестр, что также открывает возможность привязки к магнитостратиграфической шкале.

Полученные предварительные результаты позволяют надеяться на возможность применения палеомагнитного метода при изучении ВМО пещер региона с целью их стратификации, корреляции разрезов, определения скорости осадконакопления.

### *Анализ изменений условий осадконакопления*

Проведенное изучение ВМО пещерной системы позволяет реконструировать некоторые условия среды в период накопления осадков и проследивать их изменения.

Как отмечено выше, ВМО полостей переходникового яруса отличаются незначительной мощностью и простыми разрезами, состоящими, как правило, из осадков одного цикла. Морфогенетический анализ показал, что основные формирующие потоки проходили на уровне магистралей, а полости переходникового яруса формировались «снизу вверх» от магистралей напорными потоками во фреатических условиях, бедствии они могли подтапливаться при подъемах уровня

вод в пещерной системе. В эти периоды на уровне переходников и отлагались маломощные осадки, не имеющие четкой слоистости. Сюда могли заноситься только наиболее мелкие частицы (ВМО переходников хорошо сортированы и представлены только пелитовыми глинами). Таким образом, ВМО этих полостей отражают только незначительные фрагменты палеогидрогеологической истории.

Более информативны разрезы ВМО полостей магистрального яруса. Среди них можно выделить два типа (рис. 4, 5). Первый тип (шурфы 1, 2, 3) отражает незначительную изменчивость палеогидрогеологических условий периода осадконакопления. Преобладают условия слабопроточной водной среды. Верхние слои черного сажистого материала в шурфах 2 и 3 соответствуют современным субэзральным условиям. Прослой этого материала в средней части шурфа 1 отражает субэзральный эпизод на фоне длительного обводнения. Залегавшие выше рыхлые комковатые глины с кусками плотных пелитовых серых глин могли накапливаться в условиях периодического подтопления и высыхания. Слой 4 шурфа 1 представляет собой материал шлейфа расположенного рядом провального тела.

Второй тип разрезов — шурфы 4, 5, 6, 1к, 2к — характеризует значительно более сложную историю палеогидрогеологических условий. Опорным разрезом для дальней части пещеры является 4,5-метровый разрез шурфа 4. Он отражает длительную и довольно сложную историю осадконакопления. Отметим лишь главные события этой истории. Два этапа обводнения разделены этапом субэзрального развития пещеры (гипсовая кора, слой 3). Первый этап обводнения (слой 2) характеризуется условиями слабопроточных озер или медленных напорных потоков (пороговые скорости ниже 0,1 см/с). В пределах второго этапа обводнения выделяются следующие стадии: устойчивого режима слабопроточных озер или медленных (0,1 см/с) напорных потоков (слой 4); режима переменной активности водной среды (слои 5, 6); устойчивого режима повышенной активности водной среды с пороговыми значениями скорости потоков более 0,1 см/с (слои 7, 8); неустойчивого режима слабопроточных озер с субэзральными эпизодами (слои 9, 10). Резкое различие комплексов минералов тяжелой фракции пограничных слоев отражает существенное изменение в характере питающей области этих стадий (рис. 3). Появление погребенных гравитационных отложений в слое 7 фиксирует начало гравитационной переработки полости.

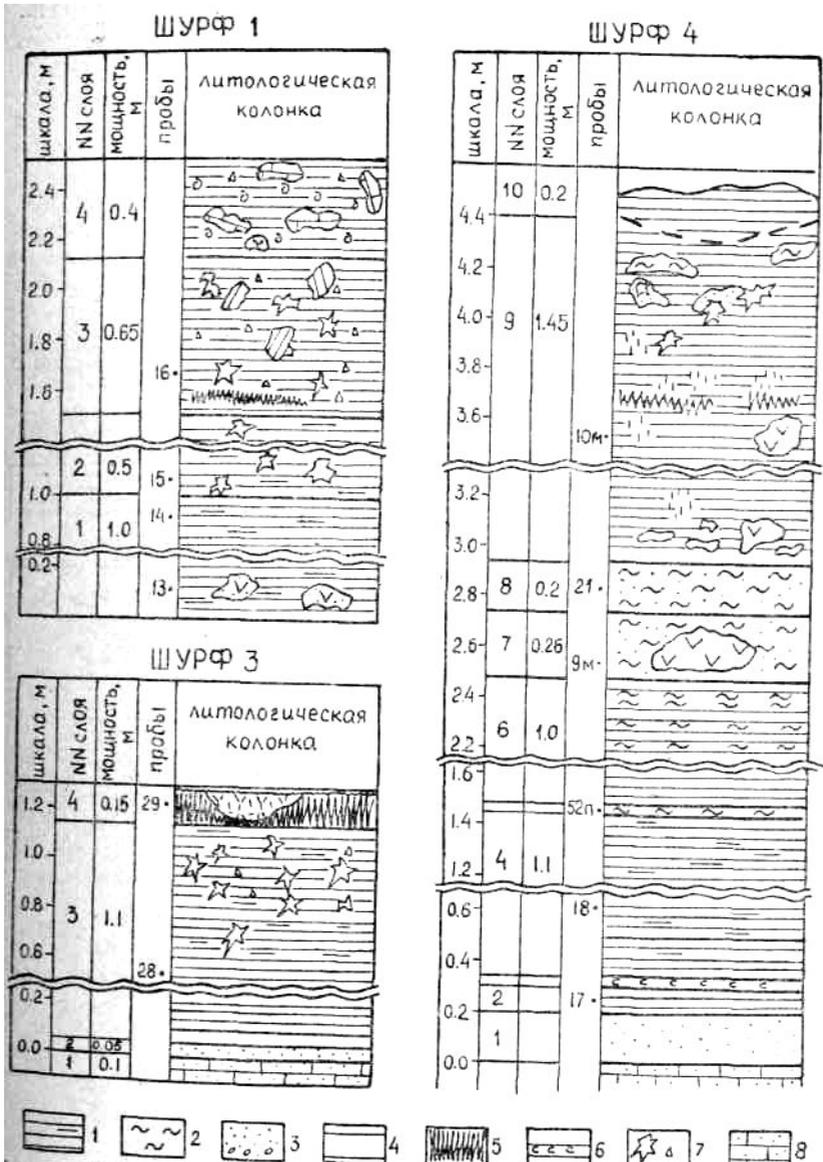


Рис. 4. Разрезы водномеханических отложений полостей магистрального яруса. Условные обозначения: 1 — глины; 2 — алевритовые глины и глинистые алевриты; 3 — разнозернистые пески с гравийно-галечниковым материалом; 4 — белый мучнистый материал (гипс?); 5 — черный сажистый порошкообразный материал; 6 — гипсовые коры; 7 — стяжения и крошка кристаллов гипса; 8 — песчаные известняки, коренная подошва полости

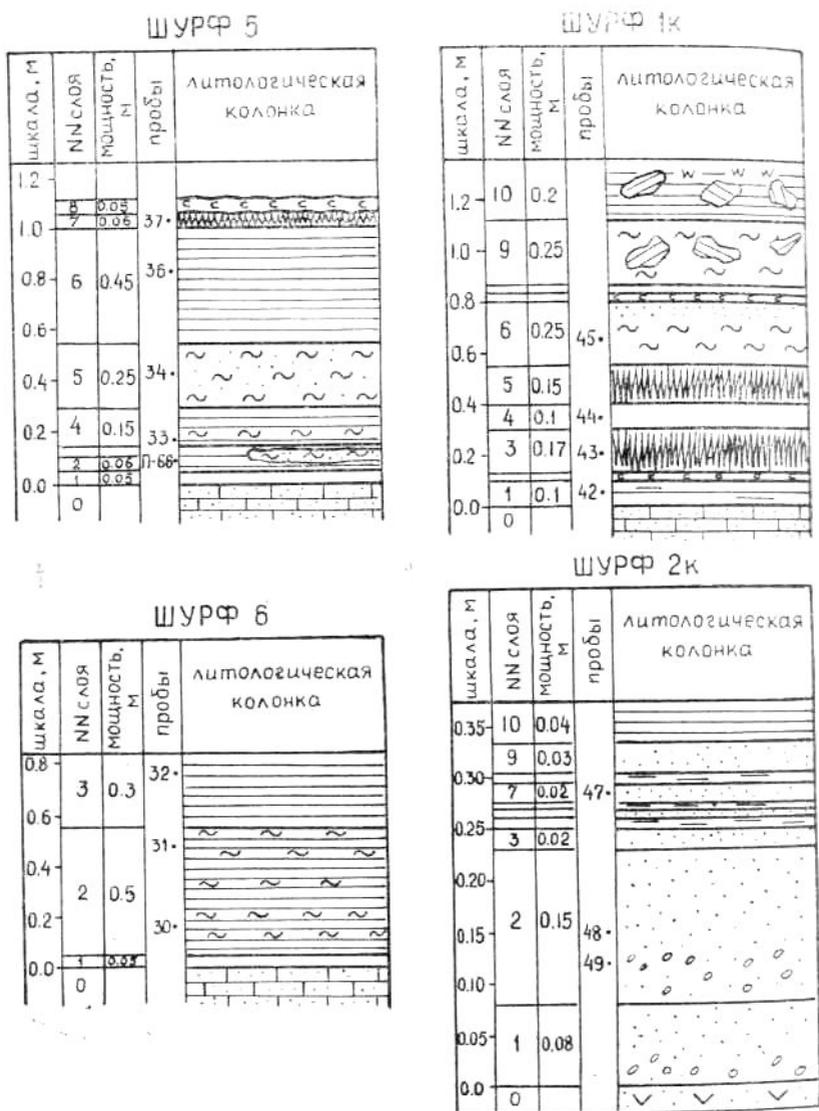


Рис. 5. Разрезы водномеханических отложений полостей магистрального яруса.

Условные обозначения на рис. 4

С различными частями разреза шурфа 4 сопоставимы, с разной степенью достоверности, разрезы других шурфов пещеры Атлантида, но в них зафиксирована лишь часть событий, нашедших отражение в опорном разрезе.

Об изменчивости условий обстановки осадконакопления свидетельствуют разрезы водномеханических отложений пещеры Киевлянка. Для ближнего (относительно входа и долины р. Збруч) участка пещеры (шурф 1к) характерны, как показал анализ разреза заполнителя, большая частота и длительность субаэральных этапов и эпизодов. В дальней части пещеры Киевлянка, в разрезе шурфа 2к, отражены палеогидрогеологические события, которые сопровождалась размывом отложений 7-й террасы Днестра на водоразделе и их переотложением в пещере. Слои 1 и 2 соответствуют двум стадиям размыва и переотложения, вначале которых транспортирующие потоки имели значительную энергию (пороговые значения палеоскоростей 11,0 см/с; накопление гравия и грубозернистого песка). Затем потоки постепенно ослабевали (накопление тонкозернистого песка и алеврито-пелитовых частиц). Далее чередовались стадии с условиями слабопроточных озер (глины) и более активных потоков (тонко- и среднезернистые пески). Слой 10, венчающий разрез, отвечает последней, более длительной стадии с условиями слабопроточных озер.

Рассмотренные разрезы и установленные для разных частей пещеры палеогидрогеологические события и условия пока трудно соотносить между собой без определения возраста отдельных слоев или иных достаточных оснований корреляции. Корреляция по характеру разрезов и гранулометрическому составу отдельных слоев затруднена или даже невозможна. В силу сложного лабиринтового и многоярусного строения пещерной системы общие для района палеогидрогеологические события проявлялись по-разному в различных ее частях, к тому же степень и характер связности системы постоянно изменялся. Отсюда ясно, что определенные события могли не захватывать всю пещерную систему. С появлением каких-либо датировок ситуация должна во многом проясниться, и в этом направлении необходимы дальнейшие условия.

### *Заключение*

Накопление ВМО в пещерах Атлантида и Киевлянка началось в конце фреатической стадии и продолжалось главным эазом в вадозных условиях. Об этом свидетельствует наличие прослоев субаэральных осадков (гипсовых кор, черного порошкообразного материала) в разрезах многих шурфов, в том числе в основании некоторых из них (шурф 4). Анализ истории развития пещерной системы на фоне неоген-четвертичной истории территории [7] позволяет отнести смену фреатических условий на вадозные к среднему плейстоцену

(вскрытие долиной Збруча гипсовой толщи). В пределах вадозной стадии осадками фиксируются длительные этапы обводнения, причем преобладали условия озер с незначительной динамической активностью водной среды (слабопроточные). Лишь в отдельных каналах реконструируются более мощные потоки, связанные, вероятно, с древними понорами в придолинных частях водораздельных пространств и переотложившие в полость песчано-гравийный материал 7-й днестровской террасы.

Приведенные материалы показывают, что детальное комплексное изучение водномеханических пещерных отложений позволяет производить весьма подробные реконструкции палеогидрогеологических условий периода осадконакопления и проследивать их изменения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Градзинский Р. и др. Седиментология. М., 1976.
2. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. Л., 1977.
3. Дублянский В. Н. Проблемы инженерной спелеологии. — В кн.: Исследование карстовых пещер в качестве экскурсионных объектов. Сухуми, 1978.
4. Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины. Киев, 1980.
5. Изучение пещер Колхиды (Цуцхватская многоярусная карстовая пещерная система). Тбилиси, 1978.
6. Климчук А. Б. Значение карстовых пещер в геологическом изучении карстовых областей. — В кн.: Использование пещер. Перм. ун-т, 1979.
7. Климчук А. Б., Рогожников В. Я. Сопряженный анализ истории формирования пещерной системы (на примере пещеры Атлантида). Ин-т геол. наук АН УССР, 1982, № 26.
8. Кударские пещерные палеолитические стоянки в Юго-Осетии. М., 1980.
9. Лазаренко Е. К., Сребродольский Б. И. Минералогия Подолья. Львов, 1969.
10. Литогенез серных месторождений Прикарпатья. Киев, 1972.
11. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963, т. I.
12. Петтиджон Ф. Дж. Осадочные породы. М., 1981.
13. Соколов Д. С. Основные условия развития карста. М., 1962.
14. Burkhardt R. Užití sedimentarne petrografických metod v Krasovem vyskumu. — Ceskoslovensky Kras, 1958, r. 11.
15. Fraser H. I. Experimental study of the porosity and permeability of elastic sediments. — Jour. Geol., 1935, v. 43.

*Ю. А. Ежов, В. С. Лукин*  
Кунгурский стационар УНЦ АН СССР  
**МОДЕЛЬ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ**

Природа пещерного холода издавна привлекала внимание исследователей. В частности, происхождением ледяных образований Кунгурской пещеры интересовались такие видные ученые, как М. Я. Киттары, Е. С. Федоров, Ю. Листов, А. Е. Ферсман, В. Я. Альтберг, Г. А. Максимович. Однако их исследования имели эпизодический характер, поэтому природа пещерного холода оставалась невыясненной. Систематическое изучение этой проблемы началось с 1948 г., после организации при Кунгурской ледяной пещере карстово-спелеологической станции Московского университета, преобразованной в 1952 г. в стационар АН СССР.

Региональные исследования сотрудников стационара показали, что большинство карстовых пещер в сульфатных породах Предуралья имеет температуру значительно ниже среднегодовой для данной местности. В Кунгурской и целом ряде других пещер Пермской области лед сохраняется в течение всего года. Установлено, что общей причиной указанных температурных аномалий является интенсивный воздухообмен закарстованных пород с атмосферой. Важным условием формирования льда в пещерах служит наличие двух взаимосвязанных систем карстовых полостей — горизонтальной и вертикальной. Столбы воздуха, заключенные в так называемых «органных трубах» (вертикальных каналах) и трещинах надпещерного массива, обладают в зависимости от температуры атмосферного воздуха подъемной силой, как в дымовых трубах, или, наоборот, дают наподобие поршня сверху вниз, приводя в движение воздух, заполняющий горизонтальные галереи.

Многолетние наблюдения, проводимые в Кунгурской ледяной пещере, показали, что при температуре ниже  $5^{\circ}\text{C}$  атмосферный воздух поступает в пещеру через входной тоннель расщелины у подножия Ледяной горы, а затем, нагреваясь, поднимается по вертикальным каналам к поверхности горы. При температуре выше  $5^{\circ}\text{C}$  наблюдается обратная, нисходящая циркуляция воздуха. При этом атмосферный воздух проникает в трещины на поверхности Ледяной горы и, падая в пещерные галереи, движется в направлении берегового обрыва. Охлаждаясь в процессе теплообмена с горными породами, струи воздуха в течение большей части летнего

периода выходят на поверхность земли с отрицательной температурой. В связи с этим в ближней привходовой зоне пещеры шириной около 250—300 м создаются условия накопления льда в осенне-зимний период и сохранения его весной и летом.

Для подтверждения описанной гипотезы формирования подземного холода и льда в 1951—1952 гг. была разработана и построена модель, имитирующая две упомянутые системы горизонтальных и вертикальных пещерных каналов.

Искусственная пещера находилась в 100—125 м от входа в Кунгурскую ледяную пещеру. Здесь у юго-восточной обрывистой оконечности Ледяной горы имеется небольшой террасовый уступ, сложенный супесчано-суглинистыми отложениями. Поверхность уступа на 18 м возвышается над межленным уровнем протекающей юго-западнее р. Сылвы.

От этой площадки пройдена вертикальная шахта диаметром 1,5 м и глубиной 6 м, к забою которой со стороны склона пробита штольня длиной 15 м. Штольня имела сводчатый профиль высотой 1,7 м и шириной 1,6 м. Выработка сделана без крепления, и только в устьевой части был устроен теплоизоляционный тамбур из досок, ограниченный двумя перемычками.

Для выяснения теплового режима во вмещающих грунтах (в стенках, на полу и потолке) бурились скважины диаметром 1,5 дюйма и глубиной от 0,5 до 1,5 м, в призабойную часть которых устанавливались ртутные и спиртовые термометры с ценой деления шкалы  $0,5^{\circ}\text{C}$  (рис. 1).

Наблюдения показали, что в построенной модели также два вида циркуляции воздуха — зимняя и летняя. В зимний период в штольню непрерывно поступал холодный атмосферный воздух со скоростью до 1,65 м/с, который поднимался по шахте на поверхность земли уже с более высокой температурой, отдав часть холода вмещающим породам. В результате теплообмена с воздушным потоком пол и стены штольни к весне промерзли на глубину 1—1,5 м. Чтобы предотвратить обратную циркуляцию воздуха и вынос холода из штольни, весной вход в нее изолировали перемычками входного тамбура.

Систематическое (через 10—30 суток) снятие показаний с термометров в 1952—1953 гг. и анализ данных позволили выяснить следующее. С осеннего похолодания и наступления заморозков (ноябрь — декабрь) до конца января — начала марта температура грунтов на исследуемом участке понижается. Степень понижения температуры в различных пунктах неодинакова, что зависит от местоположения в контуре выработки и глубины от образующей поверхности штольни.

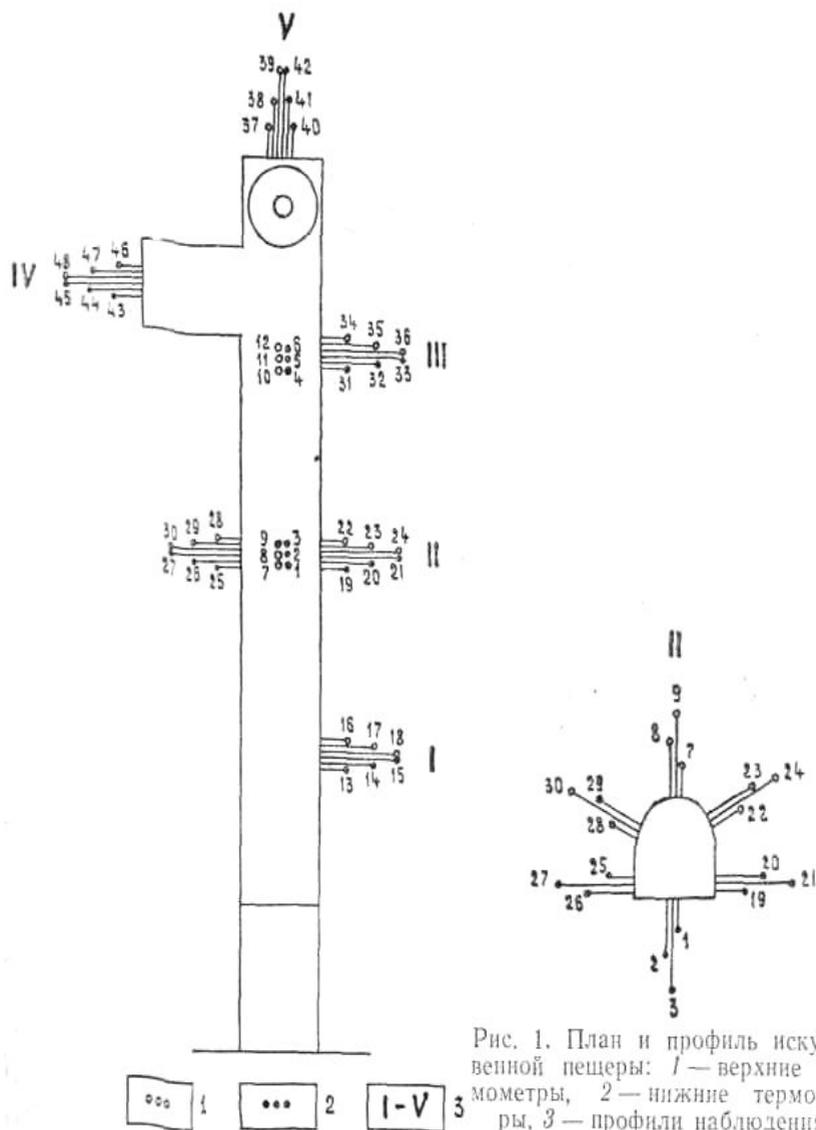


Рис. 1. План и профиль искусственной печи: 1 — верхние термометры, 2 — нижние термометры, 3 — профили наблюдения

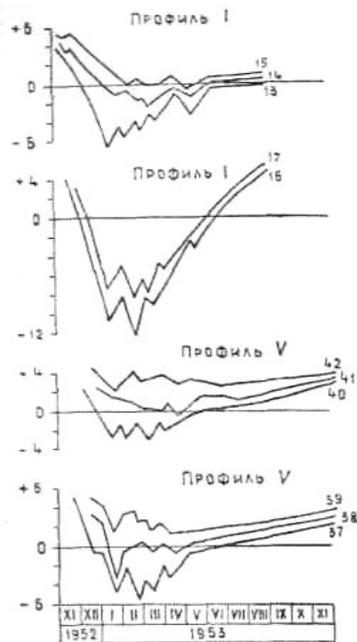


Рис. 2. Графики изменения температуры грунтов в привходовой и дальней части опытной выработки

Судя по термометрам, погруженным на 0,5 м, температура понижается до 0° С и более по всей штольне. Максимальное понижение (до —10—12° С) отмечено в приустьевой части в профилях I и II (термометры 16, 19, 25, 28). В дальней части штольни (профили III—V) температура достигает на этой же глубине лишь —4—6°. Аналогичная закономерность прослеживается и на глубине 1,0 и 1,5 м с той лишь разницей, что в дальней части штольни температура не приобретает отрицательных значений (термометры 41, 44 на глубине 1 м и 33, 39, 42, 45, 48 на глубине 1,5 м).

Таким образом, с удалением от устья штольни, т. е. в направлении зимнего движения воздуха, степень охлаждения стен, пола и потолка понижается. Это естественно, поскольку наиболее интенсивный теплообмен поступающего воздуха с горными породами происходит в приустьевой части штольни вследствие наибольшего перепада температур реагирующих объектов (рис.2). Воздух, в свою очередь, двигаясь по штольне, постепенно нагревается и при выходе из шахты на поверхность земли температура его противоречит атмосферным условиям. При этом проявляется четкая закономерность, заключающаяся в том, что в течение всего годового цикла температура воздуха у пола всегда ниже, чем у потолка.

Со второй половины марта температура грунта в штольне повышается и к концу лета достигает значений чуть выше нуля (до 2—4°С), сохраняя их до следующих заморозков (рис. 2). Новый годовой цикл повторяется, но уже на более низком температурном уровне вследствие отличия начальных условий.

Приближенный расчет количества холода, аккумулированного моделью пещеры за зимний сезон 1952—1953 гг., показал, что на 1 марта 1953 г. нулевая изотерма имела как бы вид цилиндра с поперечником 5 м и длиной 15 м (рис. 3).

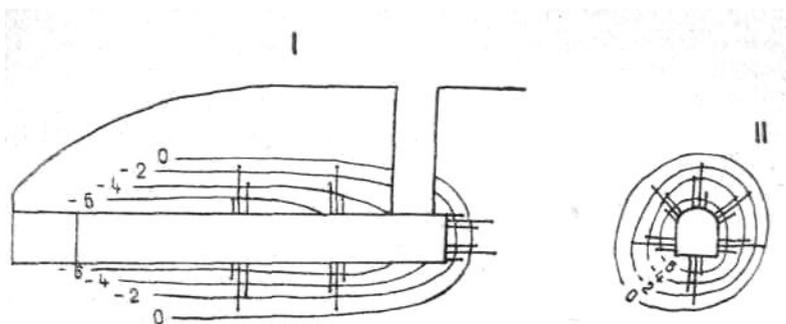


Рис. 3. Схемы изотерм на продольном (I) и поперечном (II) профилях опытной выработки на конец зимы 1953 г.

Объем такого цилиндра вычисляется по формуле

$$V_2 = \pi R_1^2 \cdot l = 3,14 \cdot 0,8^2 \cdot 15 \approx 30 \text{ м}^3,$$

объем полости штольни по формуле

$$V_1 = \pi R_2^2 \cdot l = 3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 15 \approx 294 \text{ м}^3,$$

Очевидно, мерзлая зона, образовавшаяся за зимний период, имела

$$V_3 = V_1 - V_2 = 264 \text{ м}^3.$$

Типичные суглинки Пермской области, находящиеся в зоне аэрации, при 25%-ной весовой влажности и незамерзшей жидкой фазе в случае отрицательных температур могут содержать до 200 кг льда на 1 м<sup>3</sup>. Поэтому на 264 м<sup>3</sup> приходилось 52800 кг льда. Если учитывать скрытую теплоту плавления льда (80 ккал/кг), то это дает около 4 млн. ккал холода. В. С. Лукин подсчитал, что в Кунгурскую пещеру только за сутки вносится 2,13 млн. ккал холода, а за 150 зимних суток (ноябрь — март) — 319,5 млн. ккал.

Таким образом, моделирование процесса формирования ледяных образований пещер дало положительные результаты — подтвердило гипотезу об аккумуляции холода в привходовой части пещер благодаря интенсивному воздухообмену их с атмосферой.

УДК 550.3 : 624.131 : 551.448

*В. Е. Малахов, В. П. Костарев*

ВерхнеКамТИСИз

### **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕЩЕР ПЕРМСКОГО И БАШКИРСКОГО ПРИУРАЛЬЯ**

Инженерно-геофизические исследования в карстовых районах Пермского и Башкирского Приуралья позволили установить

целесообразность опытных работ на базе известных карстовых проявлений с целью использования полученных данных в качестве параметрических. Однако, как показывает практика, подобных исследований пока недостаточно [2]. В Западно-Уральском и Верхне-Камском трестах инженерно-строительных изысканий опытно-методические работы выполнены на базе ряда пещер Башкирии и Пермской области, расположенных в районах сульфатного и карбонатного карста покрытого и закрытого типов в зонах вертикальной нисходящей циркуляции карстовых вод и переходной [3]. Это Карламанская и Курманаевская пещеры в Рязано-Охлебининском карстовом районе, Кунгурская, Пономаревская и небольшие пещеры Кунгурско-Иренского района Приуральской карстовой провинции, Ново-Мурадымовская — в Южной карстовой области Западно-Уральской провинции [4]. Спелеообъекты имели в основном параметры, наиболее часто встречаемые при инженерно-геологических изысканиях в карстовых районах Приуралья: глубина их заложения обычно не превышала первых десятков метров, а поперечные размеры — первых метров [1].

В процессе исследования использовались методы наземной электроразведки, сейсморазведки, микромагнитная съемка и метод заряда. Для оценки физической эффективности отдельных методов определялась относительная величина геофизической аномалии, представляющая собой отношение разности величин аномального и нормального полей к величине нормального.

Наиболее эффективна геоэлектрическая разведка: методы срединного градиента, вертикального электрического зондирования заряда и в ряде случаев естественного поля. Сочетание методов позволяет получить представление о распространении исследуемых карстовых объектов в плане и по вертикали.

В общем случае изучение подземных карстовых полостей посредством электроразведки затруднено из-за различного проявления полостей в зависимости от характера и степени их заполнения, что обуславливает неоднозначность интерпретации аномалий физических полей. В простом случае карстовые полости практически однозначно фиксируются аномальными значениями кажущегося сопротивления и потенциала естественного поля. Эпицентры аномалий, как правило, совпадают с гротами пещеры. Несовпадение же обычно обусловлено линейностью ориентировки сети наблюдений и является одним из доказательств необходимости выполнения исследований по методу квадрата со стороны, близкой к глубине

залегания карстующихся пород. Определение размеров и глубины залегания карстовых форм по известной методике [6] с использованием графиков электропрофилирования и планов изолиний кажущегося сопротивления обнаруживает в данном случае хорошую сходимость с результатами спелеологических исследований (рис. 1, 2). В более сложных условиях выделение аномалий осуществляется с помощью аппарата математической статистики и дифференциальных трансформаций.

Статистическая обработка данных графиков электропрофилирования выполняется способом «скользящего среднего» [5]. При этом рассчитываются средние значения величины кажущегося сопротивления, дисперсия и коэффициент вариации. Аномалиеобразующий объект четко фиксируется максимумами указанных параметров. Уровень аномалии существенно зависит от характера объекта (интенсивная трещиноватость, заполненная полость, пустота и т. п.).

Наиболее полная сводка дифференциальных трансформаций приведена в работе [7]. Путем детального анализа инженерно-геофизических работ, осуществленных на базе Пономаревской пещеры, установлено, что в условиях покрытого и закрытого типов сульфатного карста Кунгурско-Иренского междуречья наиболее эффективны дифференциальное сопротивление, отношение сопротивлений на смежных разносах и полный нормированный градиент. Количество аномальных параметров физического поля соответствует степени закарстованности, незаполненные карстовые полости фиксируются аномалиями по всем названным параметрам. Это подтверждено бурением по трассе магистрального газопровода Уренгой — Ужгород.

Выявление неоднородностей высокого сопротивления (в частности, карстовых пустот) наиболее сложно [6, 7]. Исследованиями установлено, что подобные неоднородности более отчетливо проявляются в гипсах, нежели в известняках. В сложных природных условиях целесообразно сочетать электроразведку и другие геофизические методы [2], а при наличии доступа в полости — спелеологические исследования и метод заряда. Заряд устанавливается в подошве и кровле полости, что при соответствующей интерпретации результатов позволяет достаточно точно решить вопрос выноса проекции полости на земную поверхность.

Таким образом, при инженерных изысканиях для обоснования строительства на закарстованных территориях необходимо предварительное опытно-методическое изучение известных пещер района, позволяющее выбрать рациональный комплекс геофизических исследований и обосновать методику их

интерпретации. Кроме того, подобное изучение пещер может оказать помощь в спелеологических исследованиях: при составлении общих планов пещер, разведке «слепых» ходов.



Рис. 1. План изолиний кажущегося сопротивления на участке Понимаревской пещеры (съёмка пещеры проведена В. И. Лопандиным, 1983 г.): 1 — линии равных сопротивлений, Ом·м; 2 — проекция контура пещеры на поверхность; 3 — проекция предполагаемого хода пещеры

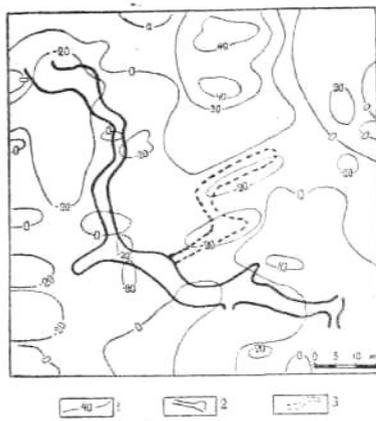


Рис. 2. План изолиний потенциала естественного поля: 1 — изолинии потенциалов, мВ; 2, 3 — см. рис. 1

## ЛИТЕРАТУРА

1. Костарев В. П. Изучение пещер и вопросы инженерного карстоведения. — В кн.: Проблемы выявления, исследования и сохранения памятников природы. Воронеж, 1983.
2. Лиханов Н. С., Малахов В. Е. Опыт изучения глубинного карста и спелеобъектов геофизическими методами (на примере Башкирии). — В кн.: Состояние, задачи и методы изучения глубинного карста СССР. М., 1982.
3. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963, т. I.
4. Максимович Г. А., Костарев В. П. Карстовые районы Урала и Приуралья. — Учен. зап. / Перм. ун-т, 1973, № 308.
5. Малахов В. Е., Костарев В. П. Определение глубины залегания карстующихся пород методами электроразведки при инженерно-строительных изысканиях. — Информ. листок Перм. ЦНТИ, 1983, № 35.
6. Смольников Б. М., Кукуруза В. Д. Методические особенности геоэлектрических исследований приповерхностных и глубинных неоднородностей. Киев, 1978.
7. Шувалов В. М. Исследование закарстованных территорий и подземных полостей методами электроразведки. Перм. ун-т, 1983.

## ПРИКЛАДНАЯ СПЕЛЕОЛОГИЯ

УДК 551.44

*В. И. Данилейко, П. П. Горбенко, В. Г. Висневский,  
Н. В. Кольченко, Р. Н. Шевко, Т. И. Корниенко*

Отдел спелеомедицины ВИКС

### **ОБ ОТБОРЕ УЧАСТНИКОВ ДЛИТЕЛЬНЫХ СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕДИЦИЙ**

В последние годы в связи с открытием в стране вертикальных пещер глубиной более 1 км и горизонтальных полостей протяженностью более 100 км значительно увеличилось время пребывания спелеологов в подземных условиях — оно достигло 3—4, а иногда и более недель. Пребывание человека под землей связано с изоляцией от привычной среды обитания и воздействием на организм целого ряда специфических (экстремальных) факторов: отсутствием солнечного света, низкой температурой и высокой относительной влажностью воздуха, сенсорной и климатической депривацией, значительными физическими нагрузками, эмоциональным стрессом. В связи с этим изучение влияния среды, пещер на организм человека, обоснование отбора участников длительных спелеологических экспедиций представляют значительный интерес. Данные медико-биологических исследований в пещерах важны также и для разработки некоторых вопросов спелеотерапии, которая все шире применяется в СССР.

Влияние длительного пребывания под землей на организм здорового человека изучали зарубежные исследователи [4, 8, 10—13]. Первая отечественная работа принадлежит В. В. Апостолюку и П. П. Горбенко [1], обследовавшим две группы спортсменов, находившихся в пещере 2 и 6 суток. Результаты анализа позволяют утверждать, что участники длительных спелеологических экспедиций должны обладать хорошим здоровьем, а в том случае, если работы носят коллективный характер, должны быть в достаточной мере психически совместимыми. Таким образом, успех длительных спелеологических экспедиций в значительной мере будет зависеть от того, насколько квалифицированно отобраны их участники.

В настоящей работе приводятся данные, полученные при обследовании группы спелеологов во время многосуточного

подземного эксперимента, проведенного в карстовой пещере Атлантида, расположенной в Каменец-Подольском районе Хмельницкой области УССР. В эксперименте приняли участие шесть человек, из которых пятеро ранее неоднократно участвовали в работе спелеологических экспедиций. Возраст членов этой группы — 18—24 года (средний возраст — 21 год), рост — 170—184 (177) см, вес — 65—78 (72) кг. Один участник эксперимента (врач) попал в эти условия впервые (возраст 45 лет, рост 178 см, вес 79 кг). Испытуемые в течение 16 суток (с 5 по 21 апреля 1972 г.) находились в пещере. Связь с поверхностью в течение первых трех суток осуществлялась с помощью телефона. Затем телефон был снят, вход в пещеру завален, и лагерь, расположенный на расстоянии около 120 м от входа, оказался изолированным от внешнего мира.

Кроме медицинской программы участники эксперимента осуществляли обследование пещеры, раскапывали новые ходы, проводили топографическую съемку, фотографирование и др. В свободное время они читали книги, играли в шахматы.

Перед началом эксперимента испытуемые были подвергнуты обследованию в лаборатории. Для оценки функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) с помощью энцефалографа была проведена запись биотенциалов мозга. Подвижность нервных процессов, работоспособность головного мозга выявлялись с помощью аппарата Хильченко, таблиц Анфимова, Ландольта, Шульте. При определении состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) использовалась пульсометрия, измерялось артериальное давление по Короткову, регистрировались биопотенциалы сердца (ЭКГ).

Функциональное состояние центральной нервной системы оценивалось с помощью таблиц, определялись частота и количество конфликтных ситуаций, способность ориентироваться во времени (часы у участников эксперимента отсутствовали), суточная ритмичность приема пищи, периодов сна и бодрствования, подсчитывался пульс, измерялись артериальное давление, суточное количество мочи. В моче, запаянной в стеклянные ампулы, в последующем устанавливалось содержание натрия, калия и кальция.

Спустя сутки после выхода на поверхность все участники эксперимента были повторно обследованы в лабораторных условиях. При этом учитывалось, что некоторые изменения функционального состояния организма человека, вызванные длительным воздействием комплекса экстремальных факторов, сохраняются даже спустя несколько суток после прекращения эксперимента [8]. У пяти спортсменов-спелеологов,

являющихся практически здоровыми людьми, обнаружены гипотония (I), гипертония (I), хронический бронхит (I), хронический гастрит (I), остаточные явления травмы в области поясницы с незначительными нарушениями функций почек (I). Однако следует признать, что, кроме гипотонии, наблюдаемые отклонения от нормы следует отнести к числу противопоказаний, ограничивающих участие в таких работах. Разумеется, в каждом конкретном случае необходимо учитывать микроклиматические особенности пещер. Например, длительное пребывание человека с заболеванием бронхов в сравнительно сухих и теплых пещерах, вероятно, не вызовет ухудшения его состояния. Соблюдение во время эксперимента специальной диеты может предупредить обострение заболеваний желудочно-кишечного тракта. В наших условиях у испытуемых с хроническим бронхитом и болезнью желудка временами наблюдалось ухудшение состояния здоровья.

Примененные нами методы позволили обнаружить некоторые изменения в состоянии ЦНС. В частности,

отмечены разнонаправленные сдвиги со стороны электрической активности головного мозга. У многих испытуемых после эксперимента наблюдалось угнетение альфа ритма (биоэлектрическая активность мозга с частотой 8—13 колебаний в секунду) и возрастание количества медленных колебаний, свойственных утомленному мозгу. Наиболее выраженное угнетение альфаритма зафиксировано у новичков.

Рассмотрим два случая, где наиболее четко прослеживается зависимость между выраженностью альфа-ритма и уровнем работоспособности мозга, определяемой с помощью тестов Анфимова и Шульте (рис. 1). Как видно из рис. 1, преобладание альфаритма у испытуемого М. Ю. сопровождалось большим объемом ра при анализе буквенного текста и меньшим временем,

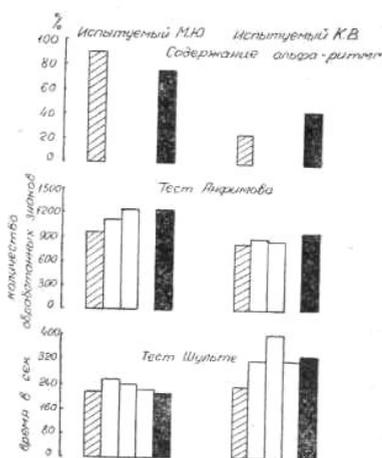


Рис. 1. Соотношение уровней альфа-ритма в спектре биоэлектрической активности испытуемых М. Ю. (слева) и К. В. (справа) и уровней их мозговой работоспособности. Заштрихованные столбики — результаты обследования до экспедиции; белые — на 4-е, 11-е и 15-е сутки пребывания под землей; черные — после эксперимента

затраченным на обработку цифровых таблиц. У испытуемого К. В. низкое содержание альфа-ритма сопровождалось худшими показателями. Подобное различие обнаружено при обследовании испытуемых с помощью аппарата Хильченко. Такая же, хотя и менее выраженная связь между особенностями электрогенеза мозга и подвижностью нервных процессов, уровнем работоспособности мозга наблюдалась у всех участников эксперимента.

Интересно, что испытуемый К. В. оказался наиболее активным организатором конфликтных ситуаций. На рис. 2 он представлен под номером 4. Этот рисунок отражает количественную характеристику складывающихся в коллективе взаимоотношений. Как показано, в начале



Рис. 2. Данные о возникавших в лагере конфликтных ситуациях

эксперимента количество конфликтов было минимальным: преобладали благодушное настроение, взаимная уступчивость и т. д. На 15-е сутки пребывания под землей, когда подошли к концу продукты и еще не ясны были сроки окончания эксперимента, взаимоотношения ухудшились, начались пререкания. Мы приводим лишь данные о ссорах, которые наблюдались на территории лагеря, и не учитываем конфликты, имевшие место во время работы за его пределами. Поэтому можно

полагать, что предварительное исследование биотоков мозга позволило бы также прогностически оценивать психосоциальные качества участников спелеологических экспедиций.

Однако возникновение эмоциональных срывов зависит не только от состояния психики человека, но и от его воспитанности, свойств характера и т. д. Общеизвестно, что поведение человека может быть безупречным, а эмоциональная напряженность проявится в изменении функции сердечно-сосудистой системы либо других систем. Поэтому важно наблюдение за состоянием психики дополнять данными обследования ССС, дыхания и т. д.

Проанализируем два противоположных типа реакции ССС на условия эксперимента. У испытуемого М. Ю. во время обследования в подземном лагере отмечено преобладание тормозных ваготонических изменений, проявляющихся в замедлении сердцебиения, после выхода на поверхность земли

отмечено учащение пульса. Величина артериального давления при этом находилась в пределах норм (рис. 3).

В результате изучения его электрокардиограммы, записанной до эксперимента, было установлено, что длительность интервалов между отдельными сердечными сокращениями

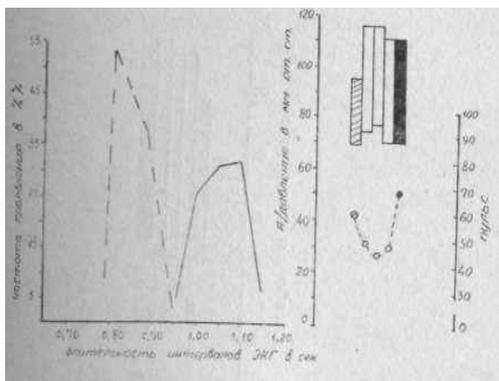


Рис. 3. Результаты интервалокардиограммы, пульс и артериальное давление у испытуемого М. Ю. на различных этапах обследования. До эксперимента — — —, после эксперимента — — —, остальные обозначения те же, что и на рис. 1

составляет 0,95—1,15 с. После проведения подземных работ интервалы уменьшились — 0,80—0,95 с (рис. 3). Эти изменения свидетельствуют об усилении после выхода на поверхность земли симпатических влияний на сердечно-сосудистую систему [3, 7]. Можно утверждать, что участие в спелеологических исследованиях благотворно сказалось на состоянии его ССС — исчезли явления гипотонии, наблюдавшиеся вначале, нормализовался пульс.

У испытуемого Ш. А. до эксперимента и в начале его отмечалась повышенная частота сердцебиений, артериальное давление под землей повысилось (рис. 4). Интервалы ЭКГ имеют значительную вариабельность — 0,65 до 0,95 с до эксперимента и 0,75—1,30 с после него. Изменения интервалокардиограммы, наблюдаемые после подземного эксперимента, позволяют сделать вывод об усилении парасимпатических влияний, проявляющихся в смещении интервалов ЭКГ вправо, снижении к концу эксперимента артериального давления.

Сопоставив эти факты с результатами наблюдения за поведением испытуемого и данными других исследователей, мы приходим к выводу, что изменения в ЭКГ явились следствием невротизации, ухудшения психического статуса (как оказалось, в это время у него было обострение болезни желудка). Этот вывод подтверждается также фактом повышения у участника эксперимента под землей артериального давления, обычно наблюдаемого при невротизации. Интересно, что у испытуемого К. В. интервалы ЭКГ расположены компактно и он чаще

других вступал в конфликты. Возможно, это свидетельствовало о психическом напряжении, расторможенности эмоциональных реакций. Связь между характером интервалокардиограммы и состоянием психического статуса человека еще не совсем ясна.

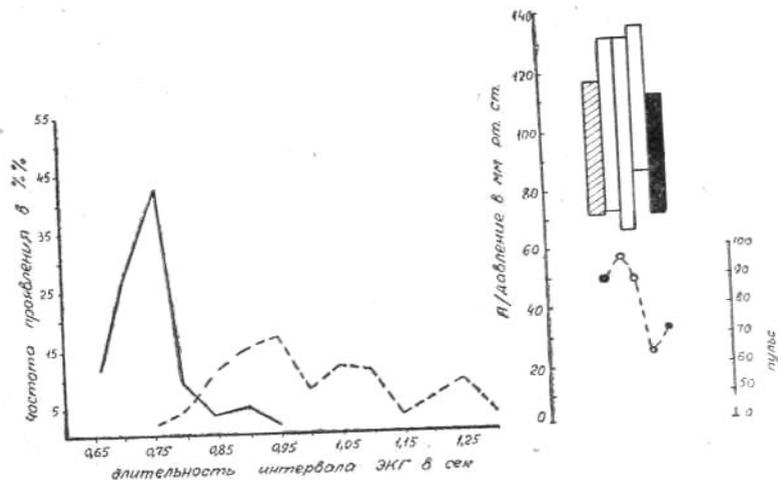


Рис. 4. Результаты интервалокардиограммы, пульс и артериальное давление у испытуемого Ш. А. Обозначения те же, что и на рис. 3

Наблюдения за окраской, осадком и некоторыми химическими компонентами мочи представляют особую ценность, поскольку во время длительных спелеологических исследований холод, сырость, употребление воды, насыщенной солями, могут вызвать ухудшение функции почек, обострение хронического заболевания мочевыводящих путей.

Нами установлено, что если спелеологические исследования необходимо сочетать с интенсивной умственной работой, то более подходящими для этих целей будут кандидатуры, имеющие высокий уровень альфа-ритма в электроэнцефалограмме и высокие показатели при работе с различного рода тестами, предназначенными для определения работоспособности головного мозга (методики Хильченко, таблицы Анфимова, Шульте и др.). Лица с явлениями психической напряженности могут быть также определены при изучении состояния ССС. Стабильные уровни пульса, артериального давления являются прогностически благоприятными показателями при отборе участников длительных подземных экспедиций. Желательно также проведение всестороннего обследования с целью

выявления лиц с компенсированной патологией различных органов, хроническими заболеваниями и др. Наиболее объективный отбор может быть осуществлен на основе изучения адаптационных реакций при кратковременных подземных экспериментах.

В целом же проблема массового оперативного медицинского контроля за состоянием людей в полевых условиях достаточно хорошо разработана. Существует ряд методов, которые успешно применяются с целью врачебного обеспечения спелеологических экспедиций [4, 5, 6]. Изучение проблем, связанных с медико-биологическим обеспечением длительных спелеологических исследований, целесообразно продолжать, поскольку они расширяют представления о возможностях адаптации человеческого организма к самым необычным условиям среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Апостолюк В. В., Горбенко П. П. Влияние микроклимата пещер Подолии на организм человека при спелеологических исследованиях.— В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1974, вып. 14—15.
2. Горбенко П. П., Апостолюк В. В. Состояние спелеотерапии в СССР.— В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1976, вып. 16.
3. Горшков С. И., Золина З. М., Мойкин Ю. В. Методика исследований физиологии труда. М., 1974.
4. Горяная Г. А., Данилейко В. И., Шукайло Г. С. Методические рекомендации по спортивной тренировке в горных условиях. Киев, 1980.
5. Данилейко В. И., Дударев В. П., Мацынин В. В. и др. Комплексное исследование организма человека в условиях ступенчатой высокогорной акклиматизации. — Физиол. журн. АН УССР, 1966, т. 12, вып. 5.
6. Данилейко В. И., Моногаров В. Д., Вержховская Л. П., Горяная Г. А. Адаптация человека к условиям кратковременного пребывания в высокогорье Кавказа и Памира. Горы и здоровье. Киев, 1974.
7. Парин В. В., Баевский Р. М., Волков Ю. Н., Газенко О. Г. Космическая кардиология. Л., 1967.
8. Сифр М. Один в глубинах земли. М., 1966.
9. Aschoff J. et al. Desynchronization of human circadian rhythms.— *JaPanese J. of Physiology*, 1967, v. 17, N 4.
10. Mills J. N. Circadian rhythms during and after three months in solitude underground. — *J. of Physiology*, 1964, N 174.
11. Mills J. N. Man under ground.— *J. Roy. Coll. Physiol.*, 1969, v. 3, N 4.
12. Zubek J. P. et al. Electroencephalographic changes during and after 14 days of perceptual deprivation. — *Science*, 1963, 139.
14. Siffir M. et al. L'isolement souterrain prolonge. — *La presse medicale*, 1966, 74, 18.

# В ИНСТИТУТЕ КАРСТОВЕДЕНИЯ И СПЕЛЕОЛОГИИ

УДК 551.44

**К. А. Горбунова, И. И. Минькевич**  
Пермский университет  
**ВСЕСОЮЗНОМУ ИНСТИТУТУ КАРСТОВЕДЕНИЯ  
И СПЕЛЕОЛОГИИ — 20 ЛЕТ**

Организации Всесоюзного института карстологии и спелеологии в г. Перми предшествовали многолетние исследования карста Пермской области, где карстующиеся породы распространены на площади 30 тыс. км<sup>2</sup>. Первые опубликованные данные о карсте этой территории относятся к началу XVIII в. В советский период исследование карста определяется потребностями народного хозяйства: разработкой месторождений полезных ископаемых, решением вопросов водоснабжения, а также геологическими и инженерно-геологическими изысканиями. В декабре 1933 г. в г. Кизеле состоялась карстовая конференция по обобщению опыта изучения карста в Кизеловском каменноугольном бассейне.

Широкое развитие карста, более чем 250-летняя история его исследования, хозяйственное освоение карстовых районов — все это определило тематику организованной в 1934 г. кафедры динамической геологии Пермского университета. Заведующий кафедрой Г. А. Максимович в 1936—1939 гг. изучает Кунгурскую пещеру, состав ее вод и льдов, а позже публикует «Спелеографический очерк Пермской области» [10]. Под его руководством в 1946—1947 гг. проводятся детальные съемки карста северной части Уфимского плато. Кафедра оказывает помощь производственным организациям путем консультаций, осуществления детальных съемок карстовых участков.

В январе 1947 г. по инициативе Пермского университета в г. Перми проведена Всесоюзная карстовая конференция, которая подвела итоги и определила задачи в области исследования карста, обосновала необходимость выделения карстологии как науки.

В 1948—1950 гг. кафедра изучает карст Кизеловского каменноугольного бассейна, в 1950—1952 — бассейна р. Ирени, в 1951—1952 — междуречья Камы и Чусовой. В 1953—1954 гг. организована гидрогеологическая экспедиция по исследованию маловодных карстовых районов юго-востока Пермской области. В 1957—1958 гг. осуществлена детальная съемка Кишертско-Суксунского карстового района. Накопившийся фактический материал по карсту обобщен в книге «Карст Пермской области» [12].

В 1956 г. в Москве на Всесоюзном совещании по изучению карста был отмечен большой вклад Пермского университета в его исследование. С 1961 г. возобновляется издание сборника «Спелеологический бюллетень» (1947) под названием «Пещеры». С 5-го выпуска он является печатным органом Института карстологии и спелеологии, а с 17-го существует как межвузовский сборник научных трудов [19]. С 1962 г. издается сборник «Гидрогеология и карстология» [3].

18 ноября 1964 г. по инициативе Г. А. Максимовича на базе кафедры и секции геоморфологии и подземных вод Пермского отдела Географического общества СССР был организован на общественных началах Институт карстоведения и спелеологии, который начал выполнять функцию объединения специалистов, работающих в области карстоведения и научной спелеологии, координации исследований по карсту, проводимых на территории СССР. Устав института утвержден 20 июня 1967 г. президиумом Географического общества СССР. По времени образования институт стал первым в стране и шестым в мире. 3 декабря 1974 г. ученый совет Географического общества СССР постановил с 1 января 1975 г. именовать институт всесоюзным. Директором его со дня основания по 16 мая 1979 г. был почетный член Географического общества СССР, лауреат премии Ф. П. Литке и VI Международного спелеологического конгресса, профессор Г. А. Максимович. После его смерти с июня 1979 г. институт возглавил профессор доктор геолого-минералогических наук И. А. Печеркин.

В институте на 1 января 1984 г. насчитывалось 233 сотрудника, из них 19 профессоров, докторов наук, 106 кандидатов наук, 108 научных работников и инженеров, которые работают в 54 городах 11 союзных республик. В деятельности ВИКС участвуют целые научные коллективы: Кунгурский стационар УНЦ АН СССР, Дзержинская карстовая лаборатория ПНИИИС Госстроя СССР, секция спелеологии Центрального совета по туризму ВЦСПС, Башкирский научно-исследовательский институт карстоведения и спелеологии (БашНИИКС), Крымский филиал ВИКС, Свердловская городская спелеосекция, секция «Карст и спелеология» при Татарском филиале Географического общества СССР и др.

Институт разрабатывает две комплексные проблемы: карст и пещеры Урала, их научное и народнохозяйственное значение; карст и пещеры некоторых районов СССР и зарубежных стран. Для решения первой проблемы проведены разнообразные исследования, которые внесли существенный вклад в развитие следующих направлений в карстоведении, связанных с освоением карстовых районов:

1. Районирование карста территории Пермской области и Урала.
2. Установление закономерностей распространения и формирования карстовых вод, выявление водообильных зон, использование карстовых вод и их охрана.
3. Изучение гидрологии, в частности, речного стока и озер карстовых районов.
4. Типизация пещер и разработка принципов спелеологического районирования.
5. Установление закономерностей проявления различных литологических типов карста: карбонатного, сульфатного и соляного.
6. Выявление гидрохимических закономерностей формирования карста.
7. Разработка методов оценки устойчивости закарстованных территории по морфометрическим показателям и принципов инженерно-геологического районирования.
8. Комплексное исследование карста побережий камских водохранилищ.
9. Изучение минеральных вод, полезных ископаемых, отложений карстовых вод.

Решению второй проблемы способствует успешное исследование карста сотрудниками ВИКС на севере Европейской части СССР, в Поволжье, Прибалтике, Крыму, на Северном Кавказе, в Средней Азии, Восточной Сибири и Приморье.

Огромный материал положен г. А. Максимовичем в основу схемы районирования карста всей территории СССР, послужившей канвой для

более детальных исследований. В его двухтомной монографии «Основы карстоведения» (1963, 1969) и других опубликованных работах обобщены многочисленные зарубежные публикации по карсту Европы, Азии, Америки и Австралии.

Результаты исследований в области карста и спелеологии обсуждаются на ежегодных научно-технических совещаниях и конференциях, организуемых институтом совместно с Комитетом геологических проблем Пермского областного совета НТО и Пермским университетом. Тематика их разнообразна: «Карстовые озера Урала и Приуралья» (1967), «Карст Урала и Приуралья» (1968), «Полезные ископаемые карстовых впадин и полостей» (1969), «Применение количественных методов в карстоведении и спелеологии» (1970), «Загрязнение подземных вод и борьба с ним» (1971), «Научное и практическое значение пещер» (1972), «Карстовые коллекторы нефти и газа» (1973), «Воды и полезные ископаемые карстовых впадин и полостей» (1974), «Карст гипса, соли и редкие типы карста» (1975), «Пещеры и их практическое значение» (1976), «Карст мраморов, доломитов, рифов, известковых туфов и галогенных отложений» (1978), «Использование пещер» (1979). ВИКС принимал участие в организации всесоюзных научно-технических совещаний — «Мероприятия по повышению устойчивости земляного полотна в карстовых районах БАМ и другие вопросы карстоведения» в г. Красноярске (1977), «Карст Средней Азии и горных стран» в г. Ташкенте (1979), «Карст Нечерноземья» в г. Перми (1980), а также научно-технической конференции «Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве» в г. Кунгуре (1981), совещания «Проблемы изучения и использования неморских карбонатных отложений для химической мелиорации почв» в г. Перми (1982).

С 1972 г. ВИКС работает в тесном содружестве с Комиссией по карсту и спелеологии Научного совета по инженерной геологии и гидрогеологии АН СССР.

Сотрудники ВИКС принимали активное участие в работе IV (Югославия, 1965), VI (Чехословакия, 1973) Международных спелеологических конгрессов (МСК), Международного симпозиума по гидрологии карста (Венгрия, 1978), Европейской региональной конференции по спелеологии (Болгария, 1980). Их доклады опубликованы в материалах V, IV, VII и VIII МСК [4, 6, 7]. В 1973 г. В. Н. Дублянский и Г. А. Максимович награждены золотыми медалями и грамотами VI МСК «За успехи в развитии мировой спелеологической науки». Сотрудниками института издан ряд монографий и методических указаний по карсту и спелеологии. Специалисты разного профиля — геологи, гидрогеологи, геоморфологи, географы, биологи, археологи, спелеологи, объединяемые институтом, внесли существенный вклад в развитие советского карстоведения и спелеологии, в решение важнейших народнохозяйственных задач. Деятельность Всесоюзного института карстоведения и спелеологии, возглавляемого пермскими учеными, является примером многонационального сотрудничества в области изучения карста и пещер.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бельтюков Г. В. Институт карстоведения и спелеологии. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1965, вып. 5(6).
2. Бельтюков Г. В., Костарев В. П., Минькевич И. И. К 15-летию Всесоюзного института карстоведения и спелеологии. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1981, вып. 18.
3. Гидрогеология и карстоведение. Перм. ун-т, 1962, вып. 1; 1964, вып. 2; 1966, вып. 3; 1971, вып. 4; 1974, вып. 5; 1975, вып. 6; 1975, вып. 7; 1977, вып. 8; 1981, вып. 9.

4. Горбунова К. А. IV Международный спелеологический конгресс.— В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1965, вып. 5(6).
5. Горбунова К. А. Институту карстоведения и спелеологии пять лет. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1969, вып. 7(8).
6. Горбунова К. А. На VI Международном спелеологическом конгрессе. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1974, вып. 14—15.
7. Горбунова К. А. Европейская региональная конференция по спелеологии. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1981, вып. 18.
8. Горбунова К. А., Минькевич И. И. Современные проблемы карста во Всесоюзном институте карстоведения и спелеологии. — В кн.: Современные проблемы геологии и геофизики. Пермь, 1981.
9. Горбунова К. А., Минькевич И. И. Деятельность Всесоюзного института карстоведения и спелеологии. — В кн.: Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. Пермь, 1981.
10. Максимович Г. А. Спелеографический очерк Пермской области.— В кн.: Спелеологический бюллетень, 1947, № 1.
11. Максимович Г. А. Деятельность Института карстоведения и спелеологии за 10 лет (1964—1974 гг.). — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1976, вып. 16.
12. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области. Пермь, 1958.
13. Максимович Г. А., Минькевич И. И. Деятельность Всесоюзного института карстоведения и спелеологии за 12 лет (1964—1976 гг.). — В кн.: Гидрогеология и карстоведение. Перм. ун-т, 1977, вып. 8.
14. Минькевич И. И. Работа Института карстоведения и спелеологии в 1974 г. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1976, вып. 16.
15. Минькевич И. И. Деятельность Всесоюзного института карстоведения и спелеологии в 1979 г. — В кн.: Карст Нечерноземья. Пермь, 1980.
16. Минькевич И. И. Деятельность Всесоюзного института карстоведения и спелеологии в 1980 году. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1981, вып. 18.
17. Печеркин И. А., Булдаков Б. А. Институт карстоведения и спелеологии. — В кн.: Гидрогеология и карстоведение. Перм. ун-т, 1966, вып. 3.
18. Печеркин И. А., Минькевич И. И. Проблемы инженерной геологии карста во Всесоюзном институте карстоведения и спелеологии. — В кн.: Инженерная геология Западного Урала. Пермь, 1982.
19. Пещеры. Перм. ун-т, 1961, вып. 1; 1962, вып. 2; 1963, вып. 3; 1964, вып. 4(5); 1965, вып. 5(6); 1966, вып. 6(7); 1969, вып. 7(8); 1970, вып. 8—9; 1971, вып. 10—11; 1972, вып. 12—13; 1974, вып. 14—15; 1976, вып. 16; 1978, вып. 17; 1981, вып. 18; 1984, вып. 19.

**ВЯЧЕСЛАВ СЕМЕНОВИЧ ЛУКИН**  
**(К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

5 февраля 1984 г. исполнилось 70 лет В. С. Лукину — директору Кунгурского стационара Уральского научного центра АН СССР, члену Комиссии по карсту и спелеологии и бюро спелеологии Научного совета по инженерной геологии и гидрогеологии АН СССР, сотруднику Всесоюзного института карстования и спелеологии.

Вячеслав Семенович родился в д. Гарь, Приозерского района Архангельской области. В 1932 г. поступил на геологический факультет Свердловского университета, который закончил в 1937 г. Еще будучи студентом, он участвовал в экспедиции Гидростройпроекта, проводившей изыскания в Кунгурской пещере. После окончания университета В. С. Лукин работает инженером-геологом, начальником партии Бампроекта в восточных районах СССР. В годы Великой Отечественной войны он был направлен в инженерные части для строительства оборонительных рубежей. После войны участвовал в экспедиции В. А. Варсанофьевой на Верхнюю Печору.

С 1948 г. В. С. Лукин является научным сотрудником карстово-спелеологической станции при Московском университете, затем заведующим Уральским филиалом этой станции в г. Кунгуре, а с 1967 г. — директором Кунгурского стационара Уральского научного центра АН СССР. Под его руководством ведутся научные исследования в Кунгурской ледяной пещере. Кунгурским стационаром в 1972 г. проведен семинар по инженерному карстведению, а в 1981 г. — всесоюзное совещание по аккумуляции зимнего холода в горных породах и его использовании в народном хозяйстве. Большая помощь оказывается производственным организациям по вопросам строительства и водоснабжения на закарстованных территориях. Стационар разрабатывает комплексную проблему «Карст карбонатных и галогенных толщ западного склона Урала и Приуралья».

Вячеслав Семенович является автором 112 научных работ, посвященных карсту, гидрогеологии и инженерной геологии карстовых районов, спелеологии, в том числе двух книг.

Сотрудники Всесоюзного института карстования и спелеологии желают Вячеславу Семеновичу дальнейшей плодотворной деятельности в области карстования и спелеологии.

**К. А. Горбунова, И. И. Минькевич**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**ПО АККУМУЛЯЦИИ ЗИМНЕГО ХОЛОДА В ГОРНЫХ ПОРОДАХ И ЕГО**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

11—13 ноября 1981 г. в г. Кунгуре состоялась научно-техническая конференция по подземной метеорологии и геотермии, организованная Всесоюзным институтом карстования и спелеологии совместно с Кунгурским стационаром Уральского научного центра АН СССР и Комитетом геологических проблем Пермского областного совета НТО. В работе конференции приняли участие свыше 80 специалистов из 37 городов семи союзных и трех автономных республик Советского Союза. На конференции были заслушаны 75 докладов. Краткое содержание 58 докладов отражено в тезисах. В большинстве докладов освещались особенности воздушного режима и температурные аномалии в пещерах различных областей Советского Союза.

В. Н. Дублянский и Л. М. Соцкова проанализировали методы микроклиматических исследований в карстовых полостях. В. М. Голод предложил

математическую модель аэротермогидродинамических процессов в зоне аэрации. В докладах К. А. Горбуновой, Р. А. Цыкина, В. Н. Малкова, А. Ф. Рыжкова, Ю. Е. Лобанова и Ю. М. Мамаева рассмотрены морфология и генезис пещерных льдов.

Микроклимату горных выработок и спелеотерапевтических стационаров посвящены доклады г. В. Бельтюкова, П. П. Горбенко, В. Г. Баранникова и Н. Л. Чекиной. В. А. Ярцев, В. В. Токмаков, В. В. Пойкин, В. А. Бурмистренко предложили использовать зоны обрушений для создания систем вентиляции шахт.

Температурный режим пещер в горных ледниках Средней Азии охарактеризован в докладе Е. г. Баргена и В. В. Кормилецкого. А. П. Горбунов и Э. В. Северский, В. С. Лукин, Б. А. Оловин и Н. А. Правосудов осветили циркуляцию воздуха и температурный режим крупнообломочных отложений и глыбовых насыпей. В. Н. Дублянский и Б. А. Вахрушев, В. Г. Попов и Р. Ф. Абдрахманов, В. Ф. Леонов и др. показали влияние нисходящих и восходящих потоков подземных вод на температурное поле закарстованных массивов. Темой докладов Ю. А. Ежова, А. В. Лукина, В. П. Костарева, Г. В. Аверина и А. К. Яковенко, Е. А. Ельчанинова, Т. Е. Лушникова, М. П. Кузьмина, В. А. Бобкова и И. М. Гиндлина явились грунты-аккумуляторы холода и подземные хранилища с естественным и машинным охлаждением.

При обсуждении докладов отмечалась актуальность научных исследований на стыке геологии и метеорологии (геометеорология и геотермия зоны аэрации). Конференция приняла решение с конкретными предложениями по внедрению результатов выполненных исследований в народное хозяйство. Рассмотрена и утверждена единая методика спелеометеорологических исследований, составленная коллективом авторов.

**В. С. Лукин, Ю. А. Ежов**

## НОВОСТИ СПЕЛЕОЛОГИИ

### МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЕКЦИИ СПЕЛЕОЛОГИИ АН СССР

В 1978 г. при Научном совете по инженерной геологии и гидрогеологии АН СССР была создана Секция спелеологии, а в 1979 г. она вошла в качестве Ассоциации советских спелеологов в Международный спелеологический союз (МСС). В 1979—1981 гг. секция была организационно оформлена; она включает 12 комиссий. Секция спелеологии активно участвует в разработке 5 международных программ («Крупнейшие пещеры и шахты», «Карстовая денудация», «Палеокарст», «Терминология карста», «Библиография»).

В 1979—1983 гг. представители СССР приняли участие в работе симпозиума по гидрологии карста (ВНР, 1978), конференции по спасательным работам (ПНР, 1979), симпозиума по туристскому использованию пещер (Югославия, 1979), Европейской региональной конференции (ВНР, 1980), совещания представителей спелеоорганизаций социалистических стран (ГДР, 1981), в изучении пещеры Соф-Омар (Эфиопия, 1983), Международного спелеологического лагеря (ЧССР, 1983), международной конференции по спасательным работам (ВНР, 1983). В СССР в качестве гостей АН СССР побывали президент VIII Международного спелеоконгресса Р. Гарни (США, 1979), президент МСС А. Эразо (Испания, 1982), генеральный секретарь МСС г. Триммель (Австрия, 1983). Начата подготовка к IX Международному спелеологическому конгрессу, который состоится летом 1986 г. в Испании, и к Международному совещанию по проблемам высокогорного карста (1986, СССР).

**В. Н. Дублянский, В. Э. Киселев**

### КРУПНЕЙШИЕ КАРСТОВЫЕ ПОЛОСТИ СССР

Секция спелеологии Научного совета по инженерной геологии и гидрогеологии АН СССР осуществляет работу по сбору, учету и публикации данных о крупнейших карстовых полостях СССР — протяженностью более 500 м и амплитудой более 100 м. Приведенные таблицы составлены на основе новейшей (по состоянию на 1.01.84 г.) информации, поступающей от областных и городских комиссий спелеотуризма и других организаций.

Общее число крупных полостей СССР, в соответствии с принятой категорией учета, составляет в настоящее время 368. Их распределение по регионам и параметрам показано в табл. 1.

В монографии В. Н. Дублянского и В. В. Илюхина «Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР» (1982) содержатся данные о пещерах, протяженность которых более 5000 м, а глубина более 200 м. В связи с высокими темпами спелеологических исследований эти данные уже значительно изменились (табл. 2, 3).

**А. Б. Климчук, В. Э. Киселев**

Таблица 1

## Крупные карстовые полости СССР по регионам

Спелеологическая область	Количество полостей								Число полостей с амплитудой более 100 м и протяженностью более 500 м
	Всего	амплитудой более			протяженностью более				
		100 м	200 м	500 м	500 м	1000 м	5000 м	10000 м	
Большой Кавказ	163	110	40	10	95	42	3	2	42
в том числе									
С.-З. и С. Кавказ	40	21	6	2	29	15	—	—	10
З. Кавказ	123	89	34	8	66	28	3	2	32
Малый Кавказ	2	—	—	—	2	1	—	—	—
Крымская	38	32	5	1	13	6	1	1	7
Днестровско-Причерноморская	13	—	—	—	13	11	6	5	—
Валдайско-Кулойская	37	—	—	—	37	22	3	2	—
Урал	43	8	—	—	42	28	5	—	7
Средняя Азия	31	23	6	2	17	14	2	2	9
Сибирь	31	12	2	—	27	15	3	1	8
Дальний Восток	10	2	—	—	8	4	—	?	—
Итого	368	187	53	13	254	143	?	?	73

Таблица 2

## Длинейшие карстовые полости СССР

№ п.п.	Полость	Карстовая область	Протяженность, м	Амплитуда, м
1	Оптимистическая	Днепровско-Причерноморская	151310	20
2	Озерная	»»	105300	20
3	?	»»	70000	20
4	?	»»	22000	10
5	?	»»	18000	10
6	Снежная-Меженного	Большой Кавказ	18000*	1370*
7	Красная	Крымская	13100	+ 135
8	Б. Орешная	Саянская	13000	155
9	Гаурдакская	Гиссаро-Алайская	11010	72
10	Воронцовская	Большой Кавказ	10640	240
11	Кап-Коган	Гиссаро-Алайская	10500*	200*
12	Сумган-Кутук	Уральская	9860	130
13	Дивья	»»	9720	28
14	Ящик Пандоры	Салаиро-Кузнецкая	8200	180
15	Вертеба	Днепровско-Причерноморская	7820	10
16	Кизеловская	Уральская	7115	45
17	Киндерлинская	»»	6700	110 (-30, +80)
18	Осенняя-Назаровская	Большой Кавказ	6500	500
19	Кулогорская 1—2	Валдайско-Кулойская	6000*	11
20	Баджейская	Саянская	6000	170
21	Конституционная	Валдайско-Кулойская	5946	35
22	Кунгурская	Уральская	5600	23
23	Хашим-Ойык	Гиссаро-Алайская	5600*	170*
24	Олимпийская	Валдайско-Кулойская	5500	27

\*Предварительные данные.

Таблица 3

## Глубочайшие карстовые полости СССР

№ п. п.	Полость	Массив	Амплитуда, м	Протяженность, м
1	Снежная—Меженного	Бзыбский	—1370*	18000*
2	Напра им. Зубени	Бзыбский	—956	2350
3	Киевская	Кырктау	—950	1820
4	Куйбышевская	Арабика	—740	2020
5	Пионерская	Бзыбский	—700*	1350*
6	В. Пантюхина	Бзыбский	—650	1210
7	Уральская им. Зенкова	Байсунтау	—580	2500
8	В. Илюхина	Арабика	—580	2400
9	Ручейная—Заблудших	Алек	—540	2500
10	Парящая Птица	Фишт	—530	1050
11	Осенняя—Назаровская	Алек	—500	6500
12	Майская	Дженту	—500	3110
13	Солдатская	Караби	—500	2100
14	Ноктюрн	Бзыбский	—452	1300
15	Алексинского	Бзыбский	—450	800
16	Октябрьская	Алек	—450	650
17	Сувенир	Бзыбский	—430	950
18	Нежданная	Ахцу	—420	930
19	Ахтиарская	Арабика	410 (-390, +20)	800
20	Весенняя	Бзыбский	—403	1230
21	Каскадная	Ай-Петри	—400	980
22	Генрихова бездна	Арабика	—360	550
23	Студенческая	Бзыбский	—350	800
24	Школьная	Алек	—320	1560
25	Географическая	Алек	—310	3100
26	Абсолютная	Лагонаки	—300	
27	Перовская	Арабика	—287	525
28	Кубинская		—275	1500
29	Дружба	Караби	—270	500
30	Университетская	Хош-	+ 265	2500
31	Величественная	Харагорский	—260	880
32	Молодежная	Алек	—260	280
33	Юбилейная	Караби	—255	640
		Арабика		

Продолжение таблицы 3

№ п. п.	Полость	Массив	Амплитуда, м	Протяженность, м
34	Улучурская	Каржантау	—250	1500
35	Отвесная	Абишера-Ахуба	—250	480
36	Берчильская	Арабика	—250	420
37	Воронцовская	Ахцу	—240	10640
38	Алтайская	Семинский	—240	1250
39	Вахушти Багратиони	Арабика	—240	335
40	Изабелла	Бзыбский	—235	510
41	Гигантов	Алек	—220	770
42	Кульская	Кырктау	—220	270
43	Ткибула-Дзеврула	Ткибульский	—215	1520
44	Багьянская	Бзыбский	—210	370
45	Суворовская	Асхи	—210	270
46	КТ-70	Кырктау	—210	260
47	Ход Конем	Чатырдаг	—210	250
48	Медвежья	Алек	—205	450
49	Белорусская	Бзыбский	—205	300
50	Поисковая	Ахцу	—205	260
51	П-1/9	Арабика	—205	250
52	Карровая	Арабика	—202	480
53	Кап-Котан	Кугитангский	—200	10500

\* Предварительные данные

## ГЛУБОЧАЙШИЕ И ДЛИННЕЙШИЕ ПЕЩЕРЫ МИРА

В мире известно 195 полостей длиннее 10 км, которые распределяются по странам следующим образом: США — 66; Франция — 31; Испания — 21; СССР — 11; Румыния и Австрия — по 8; Великобритания — 7; Куба — 6; Италия — 5; Швейцария — 4; ЧССР, Мексика, Мадагаскар и Н. Гвинея — по 3; Австралия, Н. Зеландия, Югославия, НРБ — по 2; ВНР, Ирландия, Норвегия, Малайзия, Бразилия, Венесуэла, ЮАР и Эфиопия — по одной полости.

В мире насчитывается 215 полостей с амплитудой более 500 м, которые распределяются по странам следующим образом: Франция — 50; Испания — 41; Австрия — 39; Италия — 36; Мексика — 15; СССР — 13; Швейцария — 6; Югославия — 5; Алжир и ПНР — по 2; Норвегия, ФРГ, Канада, Иран, Марокко, Ливан, Н. Гвинея и Н. Зеландия — по одной полости.

Таблица 1

### ГЛУБОЧАЙШИЕ ПЕЩЕРЫ МИРА

(данные на 1. 1. 1984 г.)

№ Название пещеры, страна	Глубина, м
1. Жан-Бернар (Франция)	1535 (-1494, +41)
2. Снежная (СССР)	— 1370
3. Пьер сен Мартен (Франция — Испания)	— 1342
4. Пуэртас де Ильямина (Испания)	— 1338
5. Берже (Франция)	1248 (-1198, +50)
6. Уаутла (Мексика)	— 1240
7. Шверсистем (Батманхёле) (Австрия)	— 1219
8. Коркия (Италия)	— 1208
9. Дахштейнская Мамонтова (Австрия)	1180 (-757, +423)
10. Юбилаумшахт (Австрия)	— 1173
11. Сима 56 (Испания)	— 1169
12. Бадалона (Испания)	— 1149
13. Шиту (Испания)	— 1148
14. Шнеелох (Австрия)	1101 (-969, +132)
15. г. Е. С. Малага (Испания)	— 1098
16. Юнгебабшахт (Австрия)	— 1052
17. Мирольда (Франция)	— 1025
18. Лампрехтзофен (Австрия)	1024 (-10, +1014)
19. Уриельо (Испания)	1022 (-1017, +5)
20. Система Тромба (Франция)	— 1018
21. Ягербрунтрог (Австрия)	— 1006

ДЛИННЕЙШИЕ ПЕЩЕРЫ МИРА (данные на 1.1.1984)

№	Название пещеры, страна	Протяженность, м
1.	Флинт-Мамонтова (США)	471000
2.	Оптимистическая (СССР)	151300
3.	Хельлох (Швейцария)	149000
4.	Джюэл (США)	109806
5.	Озерная (СССР)	105300
6.	Охо Гуаренья (Испания)	83000
7.	Система Тромба (Франция)	80000
8.	Золушка (СССР)	70000
9.	Фрейэс хоул (США)	65000
10.	Зибенэнгсте (Швейцария)	65000
11.	Оргэн (США)	59546
12.	Уинд (США)	56327
13.	Мамо Кэнэнда (Новая Гвинея)	52000
14.	Изгилл (Великобритания)	48000
15.	Пьер сен Мартен (Франция — Испания)	47338
16.	Пурификасьон (Мексика)	45500
17.	Камберлэнд (США)	45060
18.	Ред дель Силенсио (Испания)	45000
19.	Кревис (США)	43388
20.	Айсризенвельт (Австрия)	42000
21.	Ффиннон Дду (Великобритания)	40000
22.	Дан де Кроль (Франция)	40000

В. Э. Киселев

## **СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ГИПСОВЫХ ПЕЩЕР ПИНЕЖСКОГО СПЕЛЕОРЕГИОНА**

Верховья р. Кулой и нижнее течение р. Пинеги являются территорией интенсивных спелеологических исследований. В 1966—1974 гг. осуществлялись поиск и региональная оценка карстовых пещер. Этот этап связан с деятельностью ленинградской спелеосекции, открывшей здесь 120 пещер общей протяженностью 26,8 км. Крупнейшими пещерами Русского Севера стали Ленинградская (3,4 км) и Конституционная (5,0 км).

Второй этап (с 1975 г.) характеризуется завершением региональной оценки территории и переходом к более детальному изучению отдельных пещерных участков и крупных пещер. На этом этапе в исследовании пещер участвуют не только спелеосекции, но и карстовый отряд ПГО Архангельскгеология. Благодаря постоянной помощи, оказываемой геологическому отряду спелеологами Архангельска и Ленинграда, в изучении пещер достигнут новый рубеж. В настоящее время открыто 262 пещеры и более 100 мелких полостей (табл.). Общая длина картированных пещер превысила 75 км, а число пещер протяженностью более 1 км увеличилось с 6 до 22. Пещеры Конституционная (5,9 км) и Олимпийская (5,4 км) включены в список крупнейших полостей Советского Союза. По общей длине пещер Пинежский спелеорегион (64 км) занял 3-е место в СССР после Подолии (320 км) и Большого Кавказа (80 км). При этом по числу крупнейших гипсовых пещер (более 2,0 км) Пинежье вышло на 1 место в СССР и мире. Состояние изученности пещер показано в таблице.

**В. Н. Малков, Ю. И. Николаев**

**Пещеры Пинежского спелеорегиона (по состоянию на 1 января 1983 г.)**

Пещерный участок	Число пещер		Пещеры длиной более 1 км	
	известных	исследованных	название	длина, км
Железные Ворота	29	21 14,46 км	Олимпийская Ломоносовская Симфония 248—249 ЖВ—53	5,5 2,3 1,7 1,2 1,1
Соткинский	50	47 21,03 км	Конституционная Ленинградская Кумичёвская им. Десятилетия ЛСС Громковка	5,9* 3,4** 3,33 2,6** 1,1**
Кулогорский	32	16 13,46 км	Кулогорская-2 Троя Кулогорская-1 Кулогорская-4 Кулогорская-5	3,1 3,0 2,3 2,0 2,0
Голубинский	19	14 8,24	Пехоровская Голубинский Провал Пехоровский Провал	1,7 1,3 1,2
Першковский	25	11 6,68	Ераськины 1-2 им. Географического общества СССР	2,5** 2,15**
Березниковский	53	29 7,81	Пинежская им. А. Терещенко Северянка	2,3 2,3**
Объединенный южный (Сия, Гбач, Портюга, Чуга, Кыргу)	54	29 3,55	—	—
Всего	262	167 75,24		53,98

\*По данным КО и ЛСС. \*\* По данным ЛСС.

## НОВЫЙ ТОННЕЛЬНЫЙ ВХОД В КУНГУРСКУЮ ЛЕДЯНУЮ ПЕЩЕРУ

В 1972 г. пробит 109-метровый тоннель в глубинную часть Кунгурской пещеры, а в 1982 г. закончено благоустройство галереи (1,3 км) от входа к большому подземному озеру и далее к новому тоннелю. Раньше экскурсанты от Большого озера возвращались в грот Бриллиантовый и выходили на поверхность через старый тоннель длиной 40 м, который был пройден в 1937 г., незадолго до посещения пещеры участниками XVII Международного геологического конгресса. Встречный людской поток создавал неудобства и порождал необходимость ограничивать численность групп, одновременно находящихся под землей.

В результате инструментальных съемок плана пещеры в 1934—1935 гг. и 1960—1964 гг. было установлено, что одна из галерей, включающая грот Вышка, приближается к склону долины р. Сылвы на 40 м.

Проходка тоннеля в грот Вышка и его благоустройство осуществлены шахтерами комбината Кизелуголь на средства Пермского областного совета по туризму и экскурсиям. Эскизы проекта сделаны сотрудником Кунгурского стационара Е. П. Дорощевым.

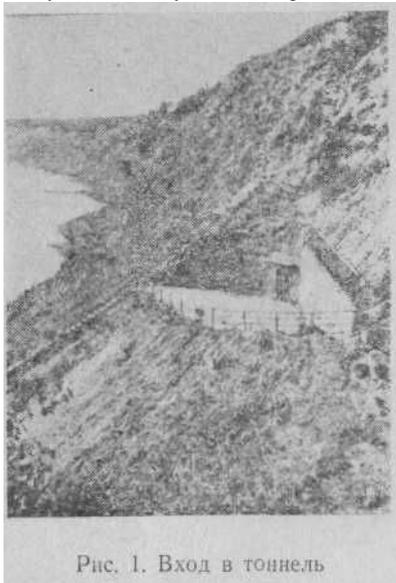
Вход в тоннель (рис. 1) располагается в основании гипсовой скалы на высоте 18 м над меженным уровнем р. Сылва. Отсюда тоннель опускается под углом  $7^\circ$  в грот Вышка.

Приподнятый вход обеспечивает сохранение холода, накопленного горными породами в зимнее время. Учитывалось также, что гипсы и ангидриты на уровне реки в значительной степени закарстованы, а кровля над карстовыми полостями ослаблена складчатыми и сбросовыми нарушениями. Поскольку кратчайший путь пересекал сильно разрушенные породы, потребовалось изменить направление и подвести тоннель к юго-восточной стене грота Вышка, образованной монолитным голубовато-серым ангидритом.

Во время проходки тоннеля на 14-м метре обнаружена щель с сильной восходящей тягой воздуха. На 40-м метре после очередного взрыва открылась полость, вытянутая на 40 м в юго-юго-западном направлении, шириной до 10 м и высотой до 3 м. Еще одна полость, почти до потолка заполненная обвальными отложениями, вскрыта на 70-м метре. Значительно осложнило работы пересечение крупной органной трубы.

На глыбово-щебнистом отвале у входа в тоннель находится отличная смотровая площадка. Чтобы уменьшить циркуляцию, воздуха и потерю холода в летнее время, предусмотрено «шлюзование» экскурсионных групп в тоннеле, разделенном тремя дверными перемычками.

В настоящее время в Кунгурской пещере благоустроены галереи протяжением 2,1 км (из 5,6 км). Бетонирование дорожек и электрическое освещение создали удобства для посетителей, количество которых в 1981 г. составляло 188 000. Одновременно усилилось антропогенное влияние на



природные процессы. Сооружение двух входных тоннелей и третьего (длиной 17 м) в обход Большого озера, а также расчистка узких проходов существенно изменили циркуляцию воздуха и распределение температур. Например, в гроте Вышка температура понизилась в зимние периоды от  $3,4^{\circ}$  до  $-5-7^{\circ}$  С. Своды грота покрываются зимой сверкающими ледяными кристаллами (рис. 2), появляется множество ледяных сталактитов и сталагмитов. Одновременно несколько менее значительной стала циркуляция воздуха через старый вход и уменьшилась холодная зона на этом участке.

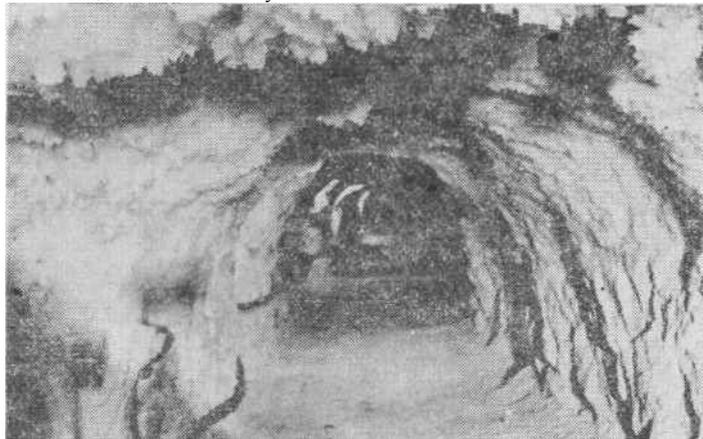


Рис. 2. Вид тоннеля со стороны грота Вышка

В результате взрывов и морозного выветривания чаще происходят подземные обвалы. С 1972 по 1981 г. на участке между гротами Вышка и Великан зафиксировано 14 обвалов. Угроза новых обрушений кровли задержала на несколько лет открытие нового маршрута. В гроте Вышка тропу пришлось перенести к юго-восточной стене, обрушить неустойчивые части свода и установить металлическую защитную сетку. Работы по технике безопасности, включающие обрушение неустойчивых пластов и устройство крепей, выполнены также в других гротах. В ближайшие годы необходимо создать зону постоянной мерзлоты в гроте Вышка благодаря усиленной вентиляции воздуха через новый тоннель в зимний период. При этом морозное выветривание сводов уменьшится, а ледяные образования будут сохраняться и в теплое время года.

**В. С. Лукин, Е. П. Дорوفеев**

### **ШТУРМ ШАХТЫ КИЕВСКАЯ**

В сентябре 1983 г. группа спелеологов Пермского университета совершила спуск в шахту Киевская. В 1980—1982 гг. спелеологи повышали тактико-технический уровень и физическую подготовку путем категорийных выходов в пещеры Урала и Кавказа. В шахте Киевской участники экспедиции произвели морфолого-морфометрическое описание, контрольные замеры глубин колодцев, микроклиматические наблюдения, фотосъемку

наиболее характерных участков. Глубина шахты по данным промеров составила 970 м.

В экспедиции участвовало 15 человек, восемь из которых спустились на дно шахты. Первый лагерь был разбит на глубине 335 м, второй — 725 м. На последнем участке, от глубины 725 м до дна, была использована новая техника навески снаряжения, благодаря которой уменьшилась нагрузка на спелеологов и сократились сроки работы штурмовых групп. Безотказно работала однопроводная связь между группами и базовым лагерем. Хорошо зарекомендовал себя базовый лагерь, вес которого составил 6 кг. Благодаря правильно разработанной тактике (несмотря на неблагоприятные погодные условия) штурм шахты завершился в девятидневный срок.

Спелеологи Пермского университета заняли 1-е место на III областном слете спелеотуристов. Три члена секции вошли в команду спелеологов г. Перми, которая стала чемпионом I-го всероссийского слета спелеологов. В течение двух лет спелеологи университета будут готовиться к экспедиции в глубочайшую шахту — Снежную, решив посвятить ее выдающемуся советскому карстоведу — Георгию Алексеевичу Максимовичу.

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

### **ПЕЩЕРА НОКТИОРН (БЗЫБСКИЙ ХРЕБЕТ, ЗАПАДНЫЙ КAVKAZ)**

Вход в пещеру Ноктиорн находится в западной части хребта, западнее вершины Пыпшира, на абс. высоте 1960 м. Пещера открыта и обследована экспедицией Красноярского клуба спелеологов летом 1981 г. до завала на глубине 452 м. Летом 1983 г. было проведено ее доисследование и гидронивелирование.

Пещера представляет собой систему крутонаклонных (средний угол составляет 30°) меандрирующих галерей, разделенных небольшими колодцами. Преимущественное направление ходов пещеры — по азимутам 40 и 34°. В пещере протекает небольшой ручей, принимающий несколько притоков. На глубине 450 м его расход достигает 30 л/с. Ложе ручья изобилует водобойными ямами и небольшими озерами.

Для пещеры характерны обвальные отложения. Водные хемогенные образования представлены редкими сталактитами, сталагмитами, кораллитами. В одной из галерей стены покрыты толстым слоем мондмилха.

Пещера заканчивается большим глыбовым завалом, замытым песком и глиной. Вода ручья фильтруется сквозь наносы. Попытки раскопать завал не привели к успеху.

**Красноярский крайовой клуб спелеологов**

### **ПЕЩЕРА НАПРА им. Ю. ЗУБЕНИ**

Вход в пещеру Напра расположен на абс. высоте 2355 м у одноименной вершины Бзыбского хребта. Пещера была открыта в июле 1980 г. экспедицией Красноярского клуба спелеологов и исследована до глубины 500 м. Летом 1981 г. пещера была изучена до конечного завала на глубине 956 м (руководитель экспедиции В. П. Мельников). В 1982 и 1983 гг. в пещере обследованы некоторые боковые галереи, предпринята попытка раскопок конечного завала и совершены погружения на 12 и 50 м в двух нижних сифонах.

Верхняя часть пещеры заложена по системе тектонических трещин, частично заполненных глыбами и глиной. До глубины 500 м полость представляет

собой каскад колодцев, глубочайший из которых — 68-метровый Гран При. На глубине 450—500 м пещера разветвляется, три ответвления заканчиваются узкими трещинами. Четвертое ответвление через систему древних галерей приводит к водотоку, вскоре уходящему в вертикальные трещины, забитые глыбами. Два подобных завала были раскопаны на глубину 20 и 100 м. После расширения узкого хода на глубине 850 м удалось выйти к ручью. Он протекает по просторной наклонной галерее, принимает два притока и исчезает в завале на глубине 956 м. Здесь его расход достигает 150 л/с.

В настоящее время протяженность ходов пещеры составляет 2350 м.

**Красноярский крайевой клуб спелеологов**

### **ИНДИВИДУАЛЬНАЯ АПТЕЧКА СПЕЛЕОЛОГА**

Во время пребывания человека под землей значительно увеличивается возможность травматизации и заболеваемости, что обусловлено рядом объективных и субъективных причин: низкой температурой и высокой влажностью воздуха, темнотой, обвалами и паводками, плохим жизнеобеспечением, некачественным снаряжением, недостаточной психофизической и тактико-технической подготовкой и др. Необходимо улучшить обучение спелеотуристов основам медицинской помощи и жизнеобеспечения под землей, а также снабдить их индивидуальной и групповой аптечками, специальной медицинской укладкой. Состав аптечки определен нами при участии врачей С. Г. Грунина и Д. В. Семенова. Она прошла успешную апробацию в ряде спелеологических экспедиций, проведенных отделом спелеомедицины ВИКС, Украинской и Московской комиссиями спелеотуризма. Медикаменты помещаются в пластмассовую коробочку размером 100×90×20 или другой футляр близких размеров. С целью предупреждения попадания в аптечку влаги и грязи она запаивается в полиэтилен.

В индивидуальную аптечку спелеолога входят анальгин 0,5 (4 табл.), валидол (2), ношпа 0,04 (4), седуксен 0,005 (4), пипольфен 0,025 (4), эфедрин 0,025 (4), глюкоза 1,0 (10), раствор йода 5% (1 ампула с марлевым колпачком), раствор аммиака 1,0 (1 ампула), бинт стерильный 5000×50 мм (1 шт.), лейкопластырь 1000×10 мм. При прохождении особо сложных маршрутов аптечка комплектуется четырьмя таблетками промедола по 0,025 или шприц-тюбиком с 2%-ным раствором промедола (1,0). Возможна замена медикаментов (например: анальгина на ацетилсалициловую кислоту и амидопирин; анальгина и ношпы на баралгин и др.).

Характеристика, показания и способ применения медикаментов указываются на листке, помещенном внутри аптечки. Считаем обязательным наличие соответствующих аптечек у участников спелеологических экспедиций и спелеотуристских путешествий в зависимости от категории сложности пещеры:

1—2б — одна на группу в 4—5 человек;

3—4а — одна на двух человек;

4б и более — на каждого участника.

**П. П. Горбенко**

### **УСПЕХИ СПЕЛЕОМЕДИЦИНЫ**

Спелеомедицина, начавшая развиваться в стране более 15 лет назад, становится одним из важных и перспективных направлений современной медицинской науки и спелеологии.

В спелеомедицине можно выделить следующие основные разделы: спелеотерапию, спортивную спелеомедицину, спелеофизиологию, спелеоклиматологию, спелеоэкологию. Наибольшее развитие получила спелеотерапия. Первая экспериментальная больница для лечения больных бронхиальной астмой в условиях микроклимата солекопей открылась в 1968 г. в поселке Солотвино Закарпатской области. Второй спелеотерапевтический стационар был организован в пещере Белая возле г. Цхалтубо в Грузинской ССР. В начале 1976 г. в Солотвино введена в эксплуатацию республиканская аллергологическая больница Минздрава Украинской ССР на 240 коек. Впервые в мировой практике подземное отделение расположилось не в заброшенных горных выработках, а в специально построенном помещении в массиве каменной соли на глубине 300 м.

Коллективом созданной на базе больницы лаборатории спелеомедицины проведена большая работа по обоснованию и организации лечения больных бронхиальной астмой, хроническим бронхитом и хронической пневмонией в условиях микроклимата солекопей. Показано, что спелеотерапия является высокоэффективным методом профилактики и реабилитации хронических заболеваний органов дыхания.

В настоящее время в стране функционируют спелеотерапевтические стационары в калийном руднике г. Березники Пермской области, солекопях возле г. Нахичевань Нахичеванской АССР и г. Чон-Туз Киргизской ССР. Обоснована возможность использования крупнейших карстовых пещер Кристалльная и Озерная, находящихся на Подолии, для профилактики и реабилитации больных некоторыми хроническими заболеваниями органов дыхания и гипертонической болезнью. Тем не менее спелеотерапевтические возможности некоторых районов страны реализуются недостаточно.

Начиная с 1970 г. в пещерах Подолии, Сибири, Крыма, Кавказа проведен ряд экспериментов по изучению биологических ритмов, адаптации человека к экстремальным условиям подземной среды, влияния комплекса микроклиматических факторов на организм человека при длительном пребывании в пещере с целью определения оптимального режима труда и отдыха под землей и др. Небольшое число исследований было посвящено медицинскому и санитарно-гигиеническому обеспечению спелеологических работ, медико-физиологическому обоснованию тактики и техники штурма пещер, жизнеобеспечению и др.

В январе 1979 г. в Солотвино состоялась первая в стране конференция по спелеомедицине, на которой было прослушано более 20 докладов и сообщений. Конференция отметила, что спелеомедицина уже сформировалась как новая отрасль науки, определила основные направления и перспективы ее развития.

В 1981 г. во Всесоюзном институте карстоведения и спелеологии организован отдел спелеомедицины, задачей которого является координация и расширение медико-биологических исследований в естественных и искусственных пещерах. Наиболее перспективными направлениями представляются дальнейшая разработка вопросов профилактики и реабилитации больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких, расширение возможностей и показаний для спелеотерапии; изучение биоритмологических, биоэнергетических, психофизиологических аспектов адаптации и пребывания человека в экстремальных условиях пещер и др.

**П. П. Горбенко**

## **ВЛИЯНИЕ ПРИЛИВНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМЛИ НА КАРСТОВЫЙ ПРОЦЕСС**

Проведенное в 1977—1978 гг. стационарное измерение объема и минерализации капиллярной воды, содержащейся в рифовых закарстованных массивах Каповой и Новомурадымовской пещер Башкирии, показало, что внутрисуточные изменения этих параметров имеют характер сложной гармонической функции. Суточная минерализация вод может изменяться во время полнолуний и новолуний в пределах 10—36% от фонового среднесуточного значения и зависит не только от давления и температуры воздуха, но и главным образом от вариаций гравитационного поля.

Закономерности изменения раскрытости трещин на участке поглощения поверхностных вод известняками карстового массива Новомурадымовской пещеры выявлены в процессе исследований, проводимых Башкирским университетом и Институтом литосферы. Режимные наблюдения в 1981—1983 гг. свидетельствуют о внутрисуточных квазигармонических колебаниях величины водопоглощения в трещины, раскрытие которых изменяется во времени. В течение суток в карстовых массивах периодически меняется величина пустотности и водопроницаемости пород, наблюдаются возвратно-поступательное движение воды, пульсация давления и изменение скорости в карстовых потоках. С одной стороны, это препятствует коьматации карстовых трактов, с другой — способствует увеличению их гидравлической проводимости благодаря растворению пород по трещинам. Максимальное раскрытие трещин в течение суток происходит в окрестностях пещерной полости, т. е. в зонах повышенной концентрации растягивающих напряжений.

Различные блоки пещерного массива «работают» в знакопеременном режиме. Так, увеличение водопоглощения на поверхности массива сопровождается снижением расхода трещинно-карстовых вод внутри него. Аналогичный знакопеременный режим раскрытия различных систем трещин характерен для зоны поглощения стока ручья, т. е. поверхности карстового массива.

Во время солнечного затмения 1981 г. вследствие создавшихся в массиве локальных высоких напряжений сжатия водопоглощение ручья в одну из трещинно-карстовых систем полностью прекратилось, одновременно в другой системе водопоглощение (стабильное в течение трехлетнего периода) сменилось самоизливом карстовых вод на поверхность в течение 6 часов.

Внутрисуточные квазигармонические вариации параметров водопроводимости и трещинной пустотности карстовых массивов связаны с волновым характером лунно-солнечно-приливных деформаций, обуславливающих периодическое сжатие и растяжение слоев Земли. Есть все основания считать, что в природных условиях движение воды в сложных системах трещин и полостей карстовых массивов имеет отчетливо выраженный пульсационный характер.

**А. Р. Кинзикеев, Е. М. Тимофеев**

## ПОТЕРИ СПЕЛЕОЛОГИИ

### **В. В. ИЛЮХИН** (1934—1982)

Возвращаясь из Кавказской спелеологической экспедиции, трагически погиб председатель секции спелеологии Научного совета по инженерной геологии и гидрогеологии, представитель СССР в Международном союзе спелеологов, доктор физико-математических наук Владимир Валентинович Илюхин.

В. В. Илюхин начал путь ученого в 1956 г. как аспирант, младший и старший научный сотрудник Института кристаллографии АН СССР. С 1980 г. он возглавлял сектор Института космических исследований АН СССР. Им опубликовано более 450 научных работ, подготовлено 20 аспирантов; ему принадлежат 10 изобретений.

С именем В. В. Илюхина связано становление в СССР спелеологии и развитие спелеотуризма. На протяжении 25 лет под руководством и при непосредственном участии В. В. Илюхина проведены десятки научных экспедиций и учебно-спортивных мероприятий в разных карстовых районах страны. Им опубликовано 46 работ по проблемам спелеологии, среди них первые учебные пособия и методические разработки, посвященные системе обучения спелеологов, технике и тактике проведения спелеопутешествий.

В. В. Илюхин достойно представлял советскую науку за рубежом на IV, VI и VII Международных спелеологических конгрессах. Он отличался неиссякаемой энергией, широкой эрудицией в самых разных областях знаний.

Светлая память о В. В. Илюхине навсегда сохранится в наших сердцах.

**Комиссия по карсту и спелеологии АН СССР,  
Всесоюзный институт карстоведения и спелеологии**



## РЕЦЕНЗИИ

### МОНОГРАФИЯ О КАРСТЕ ЗЕМНОГО ШАРА

*Гвоздецкий Н. А. Карст. М., Мысль, 1981, 214 с.*

В рецензируемой книге обобщены многочисленные литературные источники и результаты исследований автором карстовых областей СССР и зарубежных стран. Она содержит предисловие, восемь глав, заключение и список литературы. В предисловии определяется круг читателей: не только карстоведы, географы, геологи, но и неспециалисты, поэтому региональному обзору предшествует глава «О некоторых вопросах общего карстования».

К карстовым автор относит явления, развивающиеся во всех растворимых природными водами горных породах, в основе которых лежит химический процесс растворения горной породы и геологический процесс ее выщелачивания, т. е. растворения с удалением (выносом) растворенного вещества. Автор рассматривает географические аспекты изучения карста: 1) анализ истории его развития не только в геологическом, но и в геоморфологическом и палеогеографическом планах; 2) всесторонний учет влияния всех компонентов географической среды на развитие карста; 3) выяснение обратного влияния карста на географический ландшафт в целом.

В разделе «Карстовые формы» описаны морфология и генезис карров, желобов и рвов, воронок и западин, котловин, полей и останцов. К формам, переходным от поверхностных к подземным, отнесены навесы и ниши. Среди подземных форм выделены карстовые колодцы и шахты, пропасти и пещеры. Из гидрологических объектов карстовых регионов отмечены карстовые источники, реки и озера.

Одним из важных вопросов карстования является классификация карста. Автор выделяет типы карста путем совмещения морфолого-генетической и литологической классификаций. Закарстованные территории рассматриваются в качестве особых географических ландшафтов. Таксономическая система районирования, которая строится на основе геологических с учетом физико-географических условий, включает карстовые страну, область, провинцию, подрайон, микрорайон.

В главе II дана обстоятельная характеристика карста европейской части СССР и Кавказа. В ней приведены схемы районирования и описания карста карстовых стран Русской равнины, Урала, Кавказа. Карсту азиатской части СССР посвящена глава III. Вторая часть монографии (главы IV—VIII) представляет собой сводку о карсте зарубежной Европы, зарубежной Азии, Африки, Австралии и Океании, Северной и Южной Америки. Автор определяет практическое значение карста рассмотренных территорий.

В заключении содержатся выводы о чрезвычайно широком распространении карста на земле, специфичности и универсальности карстовых форм и гидрологических явлений, приоритете геологической основы в его развитии, многостороннем воздействии на него физико-географических обстановок и глубоком влиянии карста на ландшафт.

Монографию можно расценивать и как оригинальное справочное издание по карсту. В двух приложениях приведены данные о скорости химической денудации в областях карбонатного карста, длине и глубине

крупнейших подземных форм — пропастей и пещер мира. Прекрасно выполненные, в основном авторские, иллюстрации позволяют получить ясное представление о карстовых объектах. Книга снабжена авторским и предметным указателями.

Монография является первой в мировой литературе сводкой о карсте всей земли. Выход в свет книги Н. А. Гвоздецкого — большое достижение советского карстоведения.

**К. А. Горбунова**

### **МОНОГРАФИЯ О РАВНИННОМ КАРСТЕ**

**Н. П. Торсуев, С. А. Левин. Географические аспекты изучения равнинного карста. Казань, 1980.**

Монография начинается разделом «Изучение проблемы литогенной составляющей карстовой географической системы», где наряду с общими закономерностями распространения карста на равнинных территориях рассматривается роль карста как индикатора разрывной тектоники и новейших движений. Определяется возраст пещер севера Русской равнины и их ярусность на основе метода корреляции полостей и устойчивых базисов карстования. Большое внимание уделяется проблеме инженерно-геоморфологической оценки карстопораженных регионов севера Русской равнины. Используя возрастные генерации карста в качестве критерия, авторы выделяют различные по степени устойчивости типы территорий. Рассматриваются основные различия в развитии сульфатного и карбонатного карста на примере севера Русской равнины.

В разделе «Изучение проблемы гидроморфной (-генной) составляющей карстовой географической системы» дается характеристика гидрографической сети как показателя степени обводненности региона. Анализируются основные факторы, обуславливающие исчезновение поверхностных карстовых водотоков, выявляется связь болотных систем Беломорско-Кулойского плато с морфолого-генетическими типами карста. Отмечается, что карстовая гидродистрофия (термин предложен А. В. Ступишиным), включая полное исчезновение стока, характерна для севера Русской равнины при условии малой толщи перекрывающих осадков, их легкого механического состава. Авторами установлена обратная зависимость: чем выше местность, тем отчетливее выражена поверхностная гидродистрофия и выше разреженность речной сети.

В третьем разделе монографии — «Принципы и пути использования комплексного метода освещения климата в погодах при изучении карста» — отмечается, что климатический фактор определяет интенсивность карстования, на его основе выделяются географические широтно-поясные типы карста.

В разделе «Проблемы использования математических методов при изучении карста» рассматривается возможность применения математики при прогнозировании интенсивности развития карста, площадного распространения, при классификации и районировании. Анализируются основные математические методы, используемые при решении важных практических задач строительства в карстовых районах.

В последнем разделе — «Некоторые экономические аспекты изучения карстовых геосистем» — рассматривается качественное и количественное влияние карсто-спелеогенеза и карстовой морфоскульптуры на эффективность производства. Впервые построены картосхемы воздействия карста на природную территориальную систему. Использование количественных методов оценки карстового процесса позволило определить хозяйственную ценность рассматриваемого региона.

Книга Н. П. Торсуева и С. А. Левина является наиболее полным исследованием карста равнинных территорий, выполненным в географическом аспекте. Монография содержит ценный материал для карстоведов, инженеров-геологов, спелеологов. На основе анализа большого количества отечественной и зарубежной литературы, а также собственных исследований впервые раскрываются некоторые экономические аспекты исследования карстовых геосистем.

**И. И. Минькевич**

## **ИССЛЕДОВАНИЯ КАРСТА И ПЕЩЕР В ПОЛЬШЕ**

**Kras i speleologia**, 1982, t. 4 (13).

Сборник «Карст и спелеология» посвящен VIII Международному спелеологическому конгрессу (США, 1981). Он открывается статьей известных польских карстоведов И. Глазека, Р. Градзинского и М. Пулины «Карст и пещеры Польши». Карстовые районы расположены только в южной части Польши и занимают площадь 8 тыс. км<sup>2</sup>, или 2,5% всей площади, но погребенный карст затрудняет разработку месторождений полезных ископаемых и водоснабжение и на остальной территории страны. В Татрах, самом северном массиве внутренних Карпат, закарстованы карбонатные породы триаса, юры и мела. Здесь обнаружено 400 пещер, из которых самая длинная — Ментуся (9040 м), а самая глубокая — Снежная (768 м). Закарстованная площадь находится в пределах национального парка Татр. В Пенинах, расположенных между внешними и внутренними Карпатами, карстуются мезозойские известняки, залегающие среди мергелей и флиша.

Во внешних Карпатах карст отсутствует, но в песчаниках флиша образовалось более 40 пещер. Предкарпатский прогиб заполнен миоценовыми глинами, каменной солью, гипсами, ангидритами, известняками. На его северном пологом крыле, где карстующиеся породы выходят на поверхность, отмечаются разнообразные проявления карста. В соляных коях Велички организован спелеотерапевтический санаторий. В Судетах закарстованы линзы мрамора, залегающие среди докембрийских и палеозойских метаморфических пород. На Силезской возвышенности обнаружены свинцово-цинковые залежи гидротермокарстового происхождения. Краковская возвышенность отличается многочисленными останцами юрских известняков и карстовыми депрессиями, заполненными песчано-глинистыми отложениями палеоген-неогена. Здесь зарегистрировано более 600 небольших пещер. Карстовые явления встречаются и на Люблинской возвышенности. К северу от этих возвышенностей располагаются низменности, где карстующиеся породы перекрыты кайнозойскими отложениями. На данной территории погребенный и глубинный карст обнаруживается при бурении скважин.

В следующей статье рассматривается роль термоминерального карста в образовании цинково-свинцовых сульфидных руд. Две статьи посвящены ископаемому карсту с мезозойскими костяными брекчиями, обнаруженному на Краковской возвышенности, и пещерным отложениям позднего плейстоцена в Польше. Явления на леднике Бертил в центральной части Западного Шпицбергена, аналогичные карстовым, описывает М. Пулина. Замкнутые депрессии, поноры, шахты связаны с системой пещер, исследованных на протяжении 1 км. Внутриледниковые воды изучены гидрохимически. З. Вуйчик освещает историю спелеологии в Польше, выделяет основные проблемы и наиболее значительные работы по карсту и пещерам. В статье об инвентаризации пещер в Польше указывается, что

всего зарегистрировано 1250 пещер. Р. Кардаш приводит краткие сведения о пещерах глубиной выше 100 м. Й. Микушевский составил библиографию польских работ по карсту и спелеологии, информирует читателей о спелеологических организациях Польши, V Международной конференции по спасательным работам в пещерах. А. Эразо и М. Пулина освещают работу 3-й сессии Комиссии МСС по физико-химии и гидрогеологии карста. Рецензируемый сборник дает полное представление об этапах развития, основных проблемах и достижениях польской спелеологии.

**К. А. Горбунова, С. Г. Улитина**

## **СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ВЕНГРИИ**

**Karszt es barlang**, 1981, 1—11.

Венгерский журнал «Карст и пещеры» открывается статьей Л. Ленарта «К исследованию пещер и известковых туфов района Лиллафюред». В долине р. Синьвы находится восемь пещер, из которых наиболее интересной является пещера Анна, оборудованная для туристов. В другой туфовой пещере имеется водозабор с расходом 6—8 тыс. м<sup>3</sup>/сут воды, используемой для водоснабжения г. Мишкольца. И. Сабо сообщает об открытии пещер в водосборном бассейне источника Гарадна на массиве Бюкк. г. Шаламон приводит интересные данные о постоянном посещении пещеры Барадла на участке Аггтелек кунинцами, которых привлекает в пещеру, видимо, присутствие человека.

К. Секкей и Д. Сентеш информируют читателей о геологических и геоморфологических наблюдениях в пещере Флинт Ридж-Мамонтова, проведенных в 1981 г. во время пребывания на 8-м Международном спелеологическом конгрессе в США. А. Коша и П. Сабяр описывают гипсовые пещеры Бир ал Ганам в Ливии. Самой длинной из них является Умм ал Масабих (3593 м) с характерной меандровой формой в плане. Я. Кубашек сообщает результаты поездки по карстовым районам Индии, Непала, Шри-Ланка и ряда островов.

Спелеологические исследования в СССР освещены в статье И. А. Печеркина и В. Н. Дублянского. Во второй части журнала приводится информация о международных конференциях, глубочайших пещерах мира, посещаемости пещер Венгрии в 1980 г., о новой спелеологической литературе. Кратко описаны две пещеры на территории СССР — Майская на Кавказе и Оптимистическая на Украине.

**К. А. Горбунова**

## **ЖУРНАЛ О ПЕЩЕРАХ СЛОВЕНИИ**

**Nase jame**. Ljubljana. YU, 1982, 23—24.

В журнале публикуется информация об исследованиях в пещере Говиц вблизи озера Бохиньского, пропасти на карстовом плато Йеловица, в Камнишке Яме, расположенной в Каменных Альпах на высоте 1400 м. В последней среди натечных образований встречены арагонит, минерал сравнительно редкий для словенских пещер, а в пещерных отложениях — пиролизит, гетит, романешит. Интересные данные о составе, форме, степени окатанности галек из пещеры Качна вблизи Дивача приводит А. Краниц. Статья И. Гамса посвящена истории использования пещер Словении для различных целей. В двух статьях исследуются вопросы топонимии. А. Краниц отмечает, что пещеры с широким входом и горизонтальным

или мало наклоненным дном называются в народном словенском языке «скедени» (амбар). Согласно Д. Новаку, местности, названные в честь св. Консиана, располагаются вблизи родников, рек или карстовых объектов, которые часто обозначаются словом Шкоциан, например карстовая пещера и подземная река Шкоциан вблизи Дивача. Ряд статей посвящен технике исследования пещер.

В сборнике имеется информация о 8-м съезде спелеологов Югославии (1980), Европейской конференции спелеологов в Болгарии (1980), международной конференции по туристским пещерам в Италии (1981), 8-м Международном спелеологическом конгрессе в США (1981).

В книжном обзоре Д. Новак представляет книгу В. В. Илюхина, В. Н. Дублинского, Ю. Е. Лобанова «Методы исследования пещер» (1980).

**К. А. Горбунова, С. Г. Улитина**

## **СЛОВЕНСКИЙ КАРСТ, 1982, № 9**

**Krasy slovenska. 1982, N 9.**

Й. Галеш и П. Миттер описывают одну из красивейших пещер Европы. Тысячи людей, посетивших в этом году Деменовскую пещеру, могли увидеть в ней ледяные образования необычайно больших размеров. Деменовская ледяная пещера была известна с древних времен, о чем свидетельствуют наскальные росписи, покрытые натечной пленкой. Наиболее часто пещеру стали посещать после второй мировой войны, что отрицательно повлияло на микроклимат ледяной пещеры. В результате поступления в нее теплого воздуха повышалась температура, наблюдалось таяние льда, вплоть до исчезновения некоторых образований. Интенсивная исследовательская деятельность в начале 50-х гг. обусловила нарушение естественного режима.

Благодаря усилиям многих специалистов-спелеологов пещеру удалось сохранить. Реконструктивные же работы в 1974—1976 гг. должны были обеспечить условия для последующего нарастания льда в пещере. Климатический режим нормализовался, и она осталась ледяной. В результате деятельности сотрудника пещеры Я. Кнапа и сотрудника музея словацкого карста С. Шрола пещера предстала перед посетителями как одна из самых красивых в Европе.

Др. Павол Миттер сообщает о Международном спелеологическом коллоквиуме «ЧССР—1982». С 29 августа по 4 сентября 1982 г. в городах Липтовский Миклаш и Рожнява проходила встреча спелеологов социалистических стран. Решение об организации таких встреч было принято на Европейской региональной спелеологической конференции в 1980 г. Участники встречи, проводимой туристскими организациями и словацким спелеологическим советом, ознакомились с главными аспектами исследований карста на территории Словацкой Социалистической Республики, с деятельностью словацкого спелеологического совета. Спелеологи посетили Стратенскую пещеру (протяженность 16 км), наиболее выдающееся открытие последних лет. Осмотрели строительство входного комплекса пещеры Домница и оборудованную для посещения пещеру Мир. Члены спелеологической спасательной службы продемонстрировали проведение спасательных работ. Состоялся обмен информацией и обсуждение актуальных вопросов спелеологии. Встреча позволила определить направления совершенствования исследования карста, активной охраны карстовых районов и их оптимального использования.

**Ю. Ю. Чижмар**

## **БЮЛЛЕТЕНЬ БРИТАНСКОГО СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА**

**Caves and Caving.** London, 1982, no. 17.

Бюллетень английских спелеологов «Пещеры и изучение пещер» начинается с заметки, посвященной исследованию известняковых пещер Шотландии. Один из членов общества информирует об экспедиции немецких спелеологов 1981—1982 гг. в Южную Азию. Четыре месяца ее участники изучали глубочайшие и длиннейшие пещеры Индии и Непала. В 1982 г. была организована международная экспедиция в австрийскую пещеру Лампрехзофен.

Фил Чапман, известный своими публикациями по экологии, рассказывает о подземных обитателях пещер — пауках и мухах. Только один вид паука из 590, отмеченных в Британии, встречается в пещерах. Мухи же, наоборот, не редкие обитатели пещер.

Сообщается о Международном симпозиуме по высокогорному карсту, который проходил с 30 апреля по 4 мая 1982 г. в Италии. В нем приняло участие 200 спелеологов из Европы. С докладами выступили 91 человек. Были предложены разные определения высокогорного карста, основанные на климоморфологических, гляциоморфологических признаках.

Статьи иллюстрированы картами, фотографиями. В сборнике широко рекламируется снаряжение.

**С. г. Улитина**

## **ИССЛЕДОВАНИЯ БРИТАНСКОГО СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА**

**Cave Science.** London, 1982, no. 2, v 9.

Журнал «Наука о пещерах» посвящен совместной англо-малайзийской экспедиции, организованной в 1980 г. с целью исследования территории Национального парка Гунунг-Мулу. Парк площадью 500 км<sup>2</sup> расположен в Сараваке (Малайзия). Экспедиция «Мулу-80» выполнила большую научно-исследовательскую программу, оценила возможность использования пещер для туризма. Изучены общей протяженностью 100 км пещеры: грот Саравак в пещере Удачи, коридор в Оленьей пещере, пещера Чистой Воды — самая длинная в Юго-Восточной Азии (37 585 м) и др.

Приводится перечень пещер Национального парка, а также данные о геологии бассейна р. Мелинау, сложенного известняками, результаты экспериментов по определению стока карстовых вод. Пещеры Национального парка представляют большой интерес для минералогов. В них обнаружены гунтит и аллофан, лунное молоко и гипсовые кристаллы. Исследуется палеомагнетизм отложений пещеры Чистой Воды. Сборник завершается статьей об экологии пещер.

Журнал иллюстрирован картами местности, планами пещер и фотографиями.

**С. Г. Улитина**

## **ЭКСПЕДИЦИИ АНГЛИЙСКИХ СПЕЛЕОЛОГОВ В 1982 ГОДУ**

**Caves and Caving.** London, 1983, no. 19.

Журнал открывается статьей М. Фарра «Новый успех в освоении пещеры Вуки». Ф. Чапман публикует статью из серии «Жизнь в пещере».

П. Рамсен информирует о поездке на международный съезд по технике исследования пещер (Франция, 1982). Т. Уолтхам излагает результаты изучения останцового карста района г. Гуйлинь. Город расположен на аллювиальной равнине, окруженной останцами высотой более 50 м. В известняках, слагающих останцы, имеются пещеры. В 75 км от города вдоль р. Ли возвышаются известняковые останцы высотой до 300 м башнеобразной или конусообразной формы. Самые красивые башни расположены над равниной.

В журнале также приводится информация об экспедициях в Северной Испании, Норвегии, Перу и Мехико (Мексика). В этом же году была организована экспедиция на Яве с целью поисков пресной подземной воды, пригодной для водоснабжения в карстовом районе Гунонг Севу. Участниками экспедиции осмотрено более 160 пещер, из них 60 исследовано детально.

Журнал содержит планы и разрезы пещер, иллюстрирован фотографиями. Большое внимание уделяется рекламе снаряжения для спелеологов.

**К. А. Горбунова, С. Г. Улитина**

## БИБЛИОГРАФИЯ

### ЛИТЕРАТУРА ПО ПЕЩЕРАМ И КАРСТУ

1978 г.

#### КНИГИ

- Изучение пещер Колхиды. Цуцхватская многоярусная карстовая пещерная система / Маруашвили Л. И., Векуа А. К., Гергедава Б. А. и др. Тбилиси, 1978, 295 с.
- Карст мраморов, доломитов, рифов, известковых туфов и галогенных отложений: Тез. докл. науч.-практ. конф., 11—12 окт. 1978. Пермь, 1978. 90 с.
- Пещеры. Вып. 17: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. Пермь, 1978. 147 с.
- Пещеры Грузии. Вып. 7. Тбилиси: Мецниереба, 1978. 156 с.
- Цыкин Р. А., Цыкина Ж. Л. Карст восточной части Алтае-Саянской складчатой области и связанные с ним полезные ископаемые. Новосибирск, 1978. 104 с.
- Чикишев А. Г. Карст Русской равнины. М., 1978. 191 с.

#### СТАТЬИ

- Абдужабаров М. А., Кучерявых В. И. Новые данные о Карлюкских пещерах. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1978, 110, № 5, с. 450—452.
- Бевз Н. С. Исследование карста Русской равнины как одна из важнейших проблем физической географии и геоморфологии. — Изв. / Воронеж, пед. ин-т, 1978, т. 199, с. 65—68.
- Беляев В. Л. Семинар по вопросам исследования карста. — Бюл. строит. техн., 1978, № 10, с. 45—46.
- Булдаков Б. А., Костарев В. П. Особенности формирования карстовых коллекторов палеозоя Прикамья и их использование для захоронения промышленных стоков. — В кн.: Гидрогеология и инженерная геология. Новочеркасск, 1978, с. 125—126.
- Верина В. Н., Прока В. Е., Спыну Н. И., Науменко С. А. Карстовая пещера «Золушка». — Изв. АН МССР. Сер. физ.-техн. и мат. наук, 1978, № 2, с. 76—82.
- Волкова В. П. Химический состав карстовых вод в условиях сплошного распространения многолетнемерзлых пород. — Мерзлотные исследования, 1978, № 17, с. 176—183.
- Волошин И. И. Исследования по гидрологии карста в УкрНИГМИ. — Тр. / Укр. науч.-исслед. гидромет. ин-т, 1978, № 166, с. 109—115.
- Вопросы генезиса, динамики, формирования подземных вод и водно-физические свойства пород УССР, Киев, 1978. 195 с.
- Из содерж.: Б. А. Корженевский, А. Б. Климчук. К вопросу генезиса карста сульфатных пород перми Славяно-Бахмутской котловины Донецкого бассейна, с. 142—147; Б. А. Корженевский, В. Н. Рогожников. О значении контракционной трещиноватости в формировании карстовых лабиринтовых систем в гипсах Подолии, с. 147—152.

Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья (Саратов), 1978, № 16.

Из содерж.: Б. И. Фридман. Некоторые геологические предпосылки формирования Дзержинского-Балахнинского карстового района в Горьковской области, с. 3—18; В. А. Гаряинов, Г. П. Гудошникова. Карст Дальнего Заволжья, с. 40—53; Р. А. Цыкин, Ж. Л. Цыкина. Типы карста Средней Сибири, с. 69—82.

Геология и полезные ископаемые Украины. Киев, 1978. 171 с.

Из содерж.: А. Б. Климчук, Н. Л. Климчук. Карры в гипсах Звозского карстового района (Бассейн р. Северной Двины), с. 36—38; В. Я. Рогожников, А. Б. Климчук. Некоторые особенности развития карста плато Кырктау, с. 50—52.

Гигинейшвили Г. Н. Предмет, структура и задачи гидрологии карста. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1978, № 6, с. 93—99.

Демидович Л. А., Назарова Н. В., Казенкина Г. А., Шевченко Т. А., Биралло Н. Н. Особенности формирования каверново-карстовых полостей в карбонатных отложениях продуктивных горизонтов верхнего девона Припятского прогиба. — В кн.: Вопросы нефтяной геологии Припятского прогиба. Минск, 1978, с. 15—20.

Достижения и перспективы геологического изучения Литовской ССР: Материалы 5-й науч. конф. геологов Литвы. Вильнюс, 1978. 229 с.

Из содерж.: А. Р. Кондратас, В. В. Микайла, Г. С. Симашкайте. К вопросу охраны подземных вод в карстовом районе Литвы, с. 187—188; В. С. Скуодис. Некоторые закономерности в развитии карстовых форм на севере Литвы, с. 220—221.

Дублянский В. Н., Шутов Ю. И. Карстовая водоносная система Вялова и некоторые вопросы гидрогеологии Чатырдага. — Геол. журн., 1978, 38, № 4, с. 115—121.

Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Ритмичность в образовании и заполнении карстовых полостей Горного Крыма. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1978, 110, № 1, с. 54—57.

Душевский В. П. Морфология поверхностных форм карста Предгорного Крыма. — Физ. география и геоморфология (Киев), 1978, № 20, с. 36—44.

Зальцберг Э. А. Оценка питания подземных вод карстовых районов на примере Ижорского плато. — Тр. / Гос. гидрол. ин-т, 1978, № 253, с. 74—91.

Казанбиев М. К. Взаимосвязь карста и оползневых явлений. — Тр. / Ин-т геологии. Дагестан. фил. АН СССР, 1978, № 2/20, с. 66—71.

Казанбиев М. К. Карст серных месторождений и его особенности. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1978; № 9, с. 103—108.

Карпетян К. И. Условия формирования пещерных отложений нижнепалеолитической стоянки Ереван-1. — Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1978, 31, № 4, с. 52—60.

Климчук А. Б., Рогожников В. Я., Ломаев А. А. Глубочайшая карстовая полость в СССР. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1978, 110, № 2, с. 149—154.

Комарова М. В., Штенгелов Е. С. Изучение площадной закарстованности известняков равнинного Крыма в связи с мелиоративным строительством. — Мелиорация и вод. хоз-во (Киев), 1978, № 43, с. 22—26.

Лехов А. В. Теоретическая модель массоотдачи трещиноватых карбонатных пород. — В кн.: Фльтрация воды в пористых средах. Докл. 3-го Междунар. симпоз. Киев, 1978, ч. 4, с. 59—63.

Муратов В. М., Фриденберг Э. О. О геоморфологических уровнях в пещерах. — Геоморфология, 1978, № 2, с. 95—98.

Мусин А. Г. Особенности развития карста Дагестана. — В кн.: Вопросы геологии и географии Северо-Восточного Кавказа. Грозный, 1978, с. 11—42.

Нурбердыев К. Суффозионно-карстовые явления на предгорной равнине Копетдага. — Пробл. освоения пустынь, 1978, № 5, с. 58—61.

Попов В. Н., Филиппов В. М. Вещественный состав и физико-механические свойства карбонатных пород в пещерах Прибайкалья. — В кн.: Региональная гидрогеология и инженерная геология Восточной Сибири. Новосибирск, 1978, с. 126—130.

Саваренский И. А., Миронов Н. А. Закономерности развития и количественная оценка карста в районе города Благовещенка, Башкирская АССР. — Тр. / Произв. и НИИ по инж. изысканиям в стр-ве, 1978, № 56, с. 55—74.

Станкевич Е. Ф., Ступишин А. В. Некоторые аспекты изучения карста в Среднем Поволжье. — В кн.: Материалы к геологии Волжско-Камского края. Казань, 1978, с. 113—119.

Труды Всесоюзного проектно-изыскательского и НИИ Гидропроект 1978, № 65.

Из содерж.: А. Г. Лыкошин. Современные методические принципы изучения карста в связи с гидротехническим строительством, с. 74—80; Л. А. Молоков. Оценка параметров противодиффузионной завесы в массиве закарстованных известняков, с. 80—90.

Труды 1-й Всесоюзной конференции по инженерной геологии, т. 2, ч. 1. Тбилиси, 1978. 292 с.

Из содерж.: В. И. Мартин. Составление карт карста и степени закарстованности как один из методов инженерно-геологической типизации местности в районах развития карста (на примере Башкирии), с. 24—35; И. А. Печеркин. Прогноз устойчивости закарстованных побережий водохранилищ, сложенных сульфатными породами, с. 36—45.

Труды Самаркандского университета, 1978, № 359.

Из содерж.: М. А. Абдужабаров. Карст Пскемского и Угамского хребтов в пределах Узбекистана, с. 55—60; 3. С. Султанов. Пещеры гидротермокарста некоторых районов Узбекистана и Средней Азии, с. 61—66.

Эйюбов Ф. Д., Алиев А. А. Итоги изучения карста Азербайджанской ССР. — В кн.: Материалы 19-го Пленар. заседания комис. по геоморфол. исслед. и картированию МГС, 1978. Баку, 1978, с. 43—50, 80—82.

#### АВТОРСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА. ДЕПОНИРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

А. с. 63054 (СССР). Способ определения коэффициента емкости открытых пустот порово-кавернозных пород /Потапов В. П. — Оpubл 19. 09. 78.

Печеркин И. А., Печеркин А. И., Закоптелов В. Е. Методические указания по оценке изменений инженерно-геологических условий в районах закарстованных берегов. Перм. ун-т. Пермь, 1978. 121 с. (Рукопись деп. в ВИНТИ 15 сент. 1978 г., № 3032—78 Деп.).

Цыкин Р. А. Структурно-морфологический анализ пещер. Краснояр. ин-т цв. мет. Красноярск, 1978. 36 с. (Рукопись деп. в ВИНТИ 17 апр. 1978 г., № 1293—78 Деп.).

1979 г.  
КНИГИ

Гигинейшвили Г. Н. Карстовые воды Большого Кавказа и основные проблемы гидрологии карста. Тбилиси, 1979. 223 с.

- Использование пещер. Тез. докл. Семинара-совещания, 1979. Пермь, 1979. 73 с.
- Карст Средней Азии и горных стран. Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. Ташкент, 1979. 232 с.
- Кикнадзе Т. З. Геология, гидрогеология и активность известнякового карста (на примере Абхазии). Тбилиси, 1979. 232 с.
- Лобанов Ю. Е. Уральские пещеры. Свердловск, 1979. 174 с.
- Ломаев А. А. Геология карста Вольно-Подольи. Киев, 1979. 130 с.
- Чикишев А. Г. Проблемы изучения карста Русской равнины. М., 1979. 304 с.
- Якуч Л. Морфогенез карстовых областей. Варианты эволюции карста. Пер. с англ. М., 1979. 388 с.

#### СТАТЬИ

- Ажгиревич Л. Ф., Левков Э. А. Карстовый тип угленакопления Белоруссии. — Докл. АН БССР, 1979, 23, № 3, с. 265—268.
- Альминас А. К., Мокрик Р. В. Интерпретация результатов откаток в трещинно-карстовом массиве. — Тр./Лит. науч.-исслед. геол.-развед. ин-т, 1979, № 35, с. 28—31.
- Бондаренко Н. А. Карстовые явления в маастрихтском мелу Саратовской области. — В кн.: Геология народному хозяйству. Саратов, 1979, с. 98—104.
- Бутырина К. Г., Лютова А. В., Ракинцева В. И., Синельникова Л. Г. Физико-географическая характеристика и оценка закарстованных земель юго-восточных районов Пермской области. — В кн.: Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь, 1979, с. 73—84.
- Вадачгория О. А., Стеценко В. Г. Изучение закарстованности и трещиноватости скальных массивов радиоволновым методом. — В кн.: Тр. междунар. симпоз. Проблемы инженерной геологии в гидротехническом строительстве. Тбилиси, 1979, т. 1, с. 199—204.
- Григорьев А. Д., Голубев С. И., Лобанов Ю. Е. и др. Карст и пещеры массива Фишт. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1979, 111, № 1, с. 57—64.
- Демин Л. В. Карст Дальнего Востока. — Там же, № 3, с. 239—243.
- Дублинский В. Н. Гидротермокарст альпийской складчатой области юга СССР. — Физ. география и геоморфология (Киев), 1979, № 21, с. 61—64.
- Дыховичный Ю. А., Максименко В. А. Проектирование и строительство на территориях, подверженных карстово-суффозионным процессам в Москве. — Основания, фундаменты и механика грунтов, 1979, № 3, с. 20—23.
- Заярнюк В. М., Гайдин А. М. Влияние тектоники и карстообразования на строение залежей серы. — Разведка и охрана недр, 1979, № 8, с. 13—15.
- Иванов Б. Н., Лущик А. В., Морозов В. И. и др. Исследования особенностей движения подземных вод в платформенных карстовых областях для целей искусственного пополнения их запасов. — Геол. журн., 1979, 39, № 4, с. 114—1148.
- Изотов В. М., Костарев В. П. и др. Характеристика закарстованности Сылвенского побережья. (Камское водохранилище). — Инж.-строит. изыскания (Москва), 1979, № 4/56, с. 30—31.
- Карпов Е. Г. Семинар «Методика инженерных изысканий в карстовых районах». — Пром. стр-во, 1979, № 4, с. 38—39.

Климчук А. Б., Стотланд А. Б., Ломаев А. А. Карстолого-спелеологические исследования плато Кырктау (Зеравшанский хребет). — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1979, 111, № 5, с. 442—448.

Коржик В. П. Новая крупная гипсовая пещера «Золушка». — Докл. АН УССР, 1979, Б, № 11, с. 895—897.

Костарев В. П. К инженерно-геологической оценке закарстованных территорий. (Итоги Всесоюзного карстового совещания). — Инж.-строит. изыскания (Москва), 1979, № 4/56, с. 54—55.

Ломако П. М. Всесоюзное совещание «Карст карбонатных и галогенных отложений». — Сов. геология, 1979, № 10, с. 121—122.

Лущик А. В., Мелешин В. П., Морозов В. И., Улитина А. А. Прогнозирование карстования пород юга Украины под влиянием техногенных факторов по гидрохимическим данным. — В кн.: Проблемы региональной гидрогеохимии: Межвед. совещ. Тез. докл. Л., 1979, с. 153—154.

Маматкулов М. М. О генезисе подземных карстовых полостей Средней Азии. — Узб. геол. журн., 1979, № 6, с. 68—73.

Мартин В. И. Методика районирования закарстованных территорий по степени устойчивости для строительства (на примере работ ЗаУралГИСИЗа). — Инж.-строит. изыскания (Москва), 1979, № 3/55, с. 31—38.

Михно В. Б. Районирование карста для целей мелиорации земель Среднерусской возвышенности. — В кн.: Природное и сельскохозяйственное районирование СССР. Материалы 7-й Всесоюз. науч. конф. по природ. и экон.-геогр. районированию СССР для сельск. хоз-ва. М., 1979, с. 107—113.

Мокрик Р. В. К вопросу о воспроизведении гидрогеологических условий карстовых массивов на математических моделях. — В кн.: Закономерности формирования и особенности региональной оценки эксплуатационных запасов подземных вод Прибалтики. Вильнюс, 1979, с. 26—30.

Моргулис М. Л., Зеленцов А. В., Квятковский Д. В. и др. Опыт строительства жилых зданий над карстовыми полостями и старыми подземными выработками. — Основания, фундаменты и механика грунтов, 1979, № 1, с. 8—10.

Мусин А. Г. Особенности развития и ландшафтообразующее значение карста Чечено-Ингушетии. — В кн.: Проблемы физической географии Северо-Восточного Кавказа. Грозный, 1979, с. 101—131.

Научный совет по комплексному исследованию проблем преобразования природы горных стран: Тез. докл. Тбилиси, 1979.

Из содерж.: З. К. Тинтилозов, Ш. Я. Кипиани. Опыт классификации карста Грузии, с. 6—7; Ш. Кипиани, Д. Джишкариани, О. Эркомайшвили. Новейшие спелеологические открытия на Рачинском массиве [ГрузССР], с. 8—9.

Палеогеоморфология и структурная геоморфология Урала и Приуралья. Уфа, 1979. 76 с.

Из содерж.: Б. С. Лунев, Г. Н. Сычкин. О взаимосвязи неотектоники, карстопроявления и литологии алмазоносных отложений Западного Урала, с. 57—63; В. С. Цоцур, Л. Н. Усольцев. Влияние палеокарста на формирование и размещение залежей нефти в палеозое Башкирии, с. 70—75.

Подземный сток на территории Сибири и методы его изучения. Новосибирск, 1979. 135 с.

Из содерж.: Е. В. Пиннекер, Б. И. Писарский, Ю. И. Блохин. Предварительные итоги Международного симпозиума по испытаниям радиометрических приборов и методам изучения подземных вод в карстовых областях, с. 109—118; К. Спасов, Д. Колев, К. Бурин. Применение нейтронно-активационного анализа при исследовании подземных вод в карстовых районах, с. 127—128.

- Проблемы геоморфологии Восточной Сибири. Иркутск, 1979. 175 с.
- Из содерж.: В. И. Беляк. Пещеры Забайкалья, с. 18—35; В. И. Беляк, В. А. Ряшин. Особенности строения поверхности и карстового рельефа Енисейского Присаянья, с. 36—56.
- Станкевич Е. Ф., Субботин Р. С. Новые карстовые провалы в центральной части г. Казани. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1979, 111, № 4, с. 351—354.
- Тараканов А. И., Мелекесцев И. В. Провальные явления в области современного вулканизма (на примере района пос. Ключи на Камчатке). — Инж.-строит. изыскания (Москва), 1979, № 1/53, с. 57—62.
- Травкин А. И. Опыт детальной оценки карстовой опасности в сложных условиях. — Там же, № 3/56, с. 39—46.
- Труды Института геологии и геохимии. Свердловск, 1979, № 140.
- Из содерж.: В. С. Лукин. Карст в карбонатно-сульфатных толщах платформенной части Пермского Предуралья, с. 3—15; г. А. Максимович. Карстосфера и типы карста, с. 16—21; г. К. Михайлов. Карст как регулятор подземного стока, с. 22—25; А. Д. Бураков. Роль верхнепалеогеновых тектонических движений в развитии карста центральной части Уфимского амфитеатра, с. 26—28; Ю. Е. Лобанов, С. И. Голубев, А. Ф. Рыжков. Морфогенез карстовых полостей, с. 29—34; г. А. Максимович, Е. А. Иконников. Карст северной части Юрюзано-Сылвенской депрессии, с. 42—48; Е. П. Дорофеев. Провалы ледяной горы, с. 49—53; А. В. Турьшев. О взаимосвязи карста и некоторых типов минеральных вод, с. 71—74.
- Хейнсалу Ю. Основные этапы карстологических исследований Северной Эстонии. — В кн.: Вопросы истории науки и техники Прибалтики: Тез. докл. 2-й Прибалт. конф. по истории науки и техники. Вильнюс, 1979, с. 159—160.
- Хордилайнен М. А. К методике разведки и оценки эксплуатационных запасов трещинно-карстовых вод в аридной зоне и сравнение данных разведки и опыта эксплуатации водозаборов. — В кн.: Методы оценки ресурсов подземных вод. Симпоз. Междунар. ассоц. гидрогеологов. Докл. М., 1979, т. 15, с. 172—175.
- Цыкин Р. А. Типизация карстового рельефа. — Геоморфология, 1979, 2, с. 22—27.
- Чумакова Д. М. Некоторые особенности гидрогеологии карста Южной Ферганы. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1979, № 2, с. 129—131.
- Шелковская Н. П. Гидрогеологические аспекты в изучении карста северо-восточной части Челябинской области в связи с поисками подземных вод. — Тр./Челябин. пед. ин-т, 1979, № 10, с. 58—67.
- Шпаков О. Н., Клементьев В. П. Карст техногенных соляных отложений. — В кн.: Охрана окружающей среды калийных производств. Минск, 1979, с. 65—71.
- Штенгелов В. С., Комаров М. В. О связи интенсивности развития карста с зонами современных растяжений земной коры. — В кн.: Региональные условия динамики, охрана и пополнение подземных вод СССР. Киев, 1979, с. 134—137.

#### ДЕПониРОВАННЫЕ РУКОПИСИ. ПРЕПРИНТЫ

- Карстовые пещеры: Препринт. Владивосток, 1979. 37 с.
- Мусин А. Г. Географический анализ карста Бугульминско-Белебеевской возвышенности. Чечено-Ингуш. ун-т. Грозный, 1979. 160 с. (Рукопись деп. в ВИНТИ 8 окт. 1979 г., № 3507—79 Деп.).
- Труды конференции молодых ученых геологического факультета Пермского университета, 1979. Пермь, 1979. 245 с. (Рукопись деп. в ВИНТИ 17 дек. 1979 г., № 4281—79 Деп.).

Из содерж. Г. Б. Болотов, Н. В. Бельтюкова. Особенности и условия формирования останцового рельефа в массиве растворимых пород, с. 96—102; В. М. Шувалов. Изучение карстовых полостей геоэлектрическими методами на примере Кунгурской ледяной пещеры, с. 148—160.

Цыкин Р. А., Цыкина Ж. Л., Черняева К. П. Пещеры Алтае-Саянской горной области. Красноярск, Ин-т цв. металлов. Красноярск, 1979. 162 с. (Рукопись деп. в ВИНТИ 28 мая 1979 г., № 1875—79 Деп.).

1980 г.

#### КНИГИ

Бурчак-Абрамович Н. И. Фауна пещеры Сагварджиле в Западной Грузии. Неолит и энеолит. Домашние животные. Собака, свинья, крупный и мелкий рогатый скот. Общие выводы. Тбилиси, 1980. 198 с.

Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины. Киев, 1980. 179 с.

Инженерная геология Западного Урала: Тез. докл. науч.-техн. совещ. Пермь, 1980, 74 с.

Карст Дальнего Востока и Сибири. Владивосток, 1980. 166 с.

Пещеры Грузии. Вып. 8. Тбилиси: Мецниереба, 1980. 129 с.

Торсуев Н. П., Левин С. А. Географические аспекты изучения равнинного карста. Казань, 1980. 208 с.

#### СТАТЬИ

Арипов К. Р. Морфология и генезис карстовых форм в третичных соленосных отложениях Ферганы. — Вопр. инж. геодинамики (Ташкент), 1980, № 6, с. 78—88.

Блоцкий Н. А., Ковшиков Н. Н. Проблемы изучения и направления в разработке мер борьбы с карстом на территории Яворовского горно-химического завода. — В кн.: Закономерности образования и размещения месторождений серы как теоретическая основа их прогноза и поисков: Материалы Всесоюз. семинара. Киев, 1980, с. 143—146.

Гаряинов В. А., Аганин Ю. И. Карстовые формы рельефа нижнего и среднего течения р. Салмыш. — Вопр. стратиграфии и палеонтологии (Саратов), 1980, № 5, с. 169—190.

Гвоздецкий Н. А. Район гипсового карста на правом берегу Зеравшана. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1980, 112, № 2, с. 157—159.

Гергедава Б. А. Комплексная характеристика природных условий конгломератовых пещер Отхарского плато [Абхазия]. — Тр. / Геогр. о-во ГрузССР, 1980, 14, с. 52—58.

Гигинейшвили Г. Н. Рефлекторность карстовых вод и районирование карстовой области Большого Кавказа. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1980, 112, № 3, с. 231—237.

Горячев А. И., Сульдин В. А., Мухина А. М. Древний карст в Прихубсугулье и его бокситоносность. — В кн.: Природные условия и ресурсы Прихубсугулья (МНР). Иркутск, 1980, с. 24—28.

Дмитриев В. Е. К вопросу о комплексном подходе в изучении пещерных льдов. — Вопр. география Сибири (Томск), 1980, № 13, с. 99—102.

Дублянский В. Н. Основные задачи инженерной спелеологии. — Инж. геология, 1980, № 1, с. 3—13.

Землеведение (Москва), 1980, 13/53.

Из содерж.: А. Г. Чикишев. Условия развития и районирование карста северной половины Среднерусской возвышенности, с. 78—85; В. Б. Михно. Прикладные аспекты изучения карстовых ландшафтов Среднерусской возвышенности, с. 86—93; В. Б. Михно. Гольй меловой карст центральных районов юга Русской равнины, с. 94—101; Н. А. Гвоздецкий. Карст Мангышлака и западной окраины Устюрта, с. 102—121; В. В. Барович. Типология и районирование карста Черногории, с. 122—131.

Кикнадзе Т. З. О карстовых бассейнах Новоафонского массива. — Сообщ. АН ГрузССР, 1980, 97, № 1, с. 117—120.

Коженикова В. Н. Особенности механизма образования просадок и провалов в результате изменений гидрогеологических условий закарстованных территорий. — В кн.: Прогноз изменения гидрогеологических условий застраиваемых территорий. М., 1980, с. 116—132.

Людковский Г. В., Морозов А. И., Немченко Т. А., Усиков Д. А. Глубочайшая пещера СССР [пещера Снежная, район Гудаут]. — Природа, 1980, № 3, с. 66—77.

Маринин А. М., Толмачев В. В. Новые данные о карстовых шахтах и колодцах Алтая. — В кн.: Природные ресурсы горного Алтая и их хозяйственное использование. Барнаул, 1980, с. 3—15.

Материалы научно-производственной конференции по проблемам гидрогеологии и инженерной геологии. Тбилиси, 1980.

Из содерж.: Т. З. Кикнадзе. Проблемы гидрогеологии карбонатного карстогенеза, с. 5—7; Д. Ш. Габечава. О подземном водообмене карстовых рек Репруа и Жовеквара, с. 7—9; Д. Ш. Габечава. Научно-практическое значение изучения карбонатного карста, с. 28—33; В. М. Цхварадзе, И. Н. Мицишвили. Особенности гидрогеологических условий карстового массива «Меловое поле» района Оронт, Сар, с. 56—59.

Методы изучения режима и прогноза экзогенных геологических процессов: Материалы совещ.: Тез. докл. Тбилиси, 1980.

Из содерж.: В. В. Толмачев. Прогноз карстовых процессов (вероятностные методы и моделирование), с. 32—34; Б. Н. Иванов. Карстологические прогнозы, с. 36—38; М. М. Маматкулов, И. И. Атаджанов. К методике изучения карстовых процессов в Среднеазиатском регионе, с. 65—69; Д. Ш. Габечава. К методике организации режимных наблюдений с целью изучения химической денудации карбонатного карста на примере Западной Грузии, с. 69—70; Л. Н. Кузьмина, Г. В. Лисиченко, В. М. Шестопалов. К методике регионального изучения карста Подолии, с. 100—102; Б. М. Крестин, В. В. Свистунов. Составные элементы концептуальных моделей карстового процесса, с. 119—120.

Мусин А. Г. Зависимость интенсивности развития и распространения карста от геоструктурных условий. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1980, 112, № 3, с. 229—231.

Новые методы физико-географических исследований. Материалы науч. заседаний секции географии МОИП. М., 1980. 69 с.

Из содерж.: А. В. Ступишин, Н. П. Торсуев, А. М. Трофимов, С. А. Левин. Использование морфолого-генетических типов карста как основы для количественной оценки влияния его на элементы геосистемы, с. 24—26; Н. П. Торсуев, С. А. Левин. Вопросы прогноза местоположения карстовых морфоскульптурных новообразований на севере Русской равнины, с. 26—28.

О всесоюзном совещании «Карст Средней Азии и горных стран». Узб. геол. журн., 1980, № 6, с. 57—59.

Павилонский В. М., Курбанов А. Исследование выщелачивания загипсованных грунтов. — В кн.: Гидрогеологические исследования водозаборных, водопонизительных и дренажных систем. М., 1980, с. 110—119.

Петрухин В. П. Французский опыт строительства на закарстованных территориях. — Основания, фундаменты и механика грунтов, 1980, № 5, с. 25—27.

Печеркин И. А., Печеркин А. И., Закоптелов В. Б., Болотов Г. Б. Влияние водохранилищ на изменение инженерно-геологических условий закарстованных территорий. — В кн.: Влияние водохранилищ ГЭС на хозяйственные объекты и природную среду: Материалы конф. и совещ. по гидротехнике. Л., 1980, с. 101—105.

Попов В. Г., Абдрахманов Р. Ф. Инженерно-геологическая и гидрогеологическая оценка трещиноватости пермских пород Башкирского Предуралья. — В кн.: Инженерная геология Западного Урала: Тез. докл. науч.-техн. совещ. Пермь, 1980, с. 26—28.

Попов С. В. Карст на скарных месторождениях железных руд Урала. — Геология, поиски и разведка руд. и нерудн. месторождений Урала (Свердловск), 1980, № 3, с. 102—107.

Потапова Г. М. Некоторые особенности развития и распределения карстовых форм Южного Мангышлака. — Вопр. географии Казахстана (Алма-Ата), 1980, № 18, с. 153—155.

Проблемы гидрогеологии и охраны водных ресурсов Башкирского Предуралья. Уфа, 1980. 69 с.

Из содерж.: В. Н. Быков. О связи карстовых процессов с гидрохимическими аномалиями, с. 33—36; В. И. Мартин. Бассейны карстовых вод Южного Урала и вопросы их охраны от истощения и загрязнения, с. 60—66.

Проблемы комплексного географического изучения и освоения горных территорий: Тез. докл. секц. 7-го съезда Геогр. о-ва СССР. Фрунзе, 1980, 113 с.

Из содерж.: З. К. Тинтилозов. Географические проблемы изучения горного карста Грузинской ССР, с. 15—16; М. А. Абдужабаров. Влияние хозяйственной деятельности человека на карст некоторых районов Памиро-Алтая, с. 16—18.

Рейс В. Е. Карст и пещеры Киргизии. — В кн.: Развитие географических наук в Киргизии. Фрунзе, 1980, с. 108—114.

Слезин Ю. Б., Цюрупа А. И., Тараканов А. И. Особенности гидрогеологических условий в области развития пещерообразующих лав на Камчатке. — Инж.-строит. изыскания (Москва), 1980, № 1/57, с. 50—54.

Станкевич Е. Ф., Субботин Р. С. Карстовые пещеры правого берега р. Волги в районе с. Камское устье и их значение для изучения карстовых явлений. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1980, 112, № 2, с. 160—161.

Тезисы докладов на Съезде географического общества УзССР. Ташкент, 1980.

Из содерж.: М. М. Маматкулов. Морфология и генезис подземных карстовых полостей Средней Азии, с. 128—130; Л. Ф. Камалов, И. И. Атаджанов. О роли химического состава атмосферных осадков в развитии карста Западного Тянь-Шаня, с. 130—131.

Толмачев В. В. Вероятностный подход при оценке устойчивости закарстованных территорий и проектировании противокарстовых мероприятий. — Инж. геология, 1980, № 3, с. 98—107.

Филиппов А. Г., Лелюх М. И. Глубинный, покрытый и бронированный карст верховьев р. Алакит (Якутия). — Докл. АН СССР, 1980, 253, № 4, с. 253.

Цыкин Р. А. Об условиях формирования покрытого карста. — Геология и геофизика, 1980, № 8, с. 52—58.

Цыкин Р. А. Распространение карста в Сибири. — Сов. геология, 1980, № 6, с. 114—124.

4-й съезд географического общества УССР: Тез. докл. Киев, 1980.

Из содерж.: С. М. Зенгина, Н. Г. Олейник. Возможности изучения карста по разномасштабным аэрокосмическим материалам, с. 108; Б. Н. Иванов, Н. С. Подорванов, П. И. Пустовит. Проблемы карста в Донбассе, с. 167—168.

Янич М. Инженерно-геологические проблемы строительства плотин и водохранилищ в карстовых районах. — Инж. геология, 1980, № 6, с. 93-98.

#### ДЕПОНИРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

Злобина В. Д. О некоторых причинах активизации карстовых процессов. — В сб.: Материалы 7-й конф. молодых ученых. Гидрогеол. М., 1980, с. 20—28. (Рукопись деп. в ВИНИТИ 26 дек. 1980, № 5522—80 Деп.).

Комарова О. А. Закономерности развития карста в придолинных участках р. Сухоны и возможность его прогноза. — В сб.: Материалы 7-й конф. аспирантов и молодых ученых. Охрана геол. среды. М., 1980, с. 43—52. (Рукопись деп. в ВИНИТИ 26 дек. 1980 г., № 5521—80 Деп.).

Торсуев Н. П., Левин С. А. Плейстоценовые генерации карста как критерий инженерно-геоморфологической оценки закарстованных территорий.— В сб.: Материалы Геоморфологич. комиссии 1975—1978. М., 1979, с. 20—23. (Рукопись деп. в ВИНИТИ 17 июля 1980 г. № 3151—80 Деп.).

1981 г.

#### КНИГИ

Вопросы гидрогеологии. (Закономерности формирования и оценка ресурсов подземных вод). М.: изд-во МГУ, 1981. 196 с.

Гвоздецкий Н. А. Карст. М.: Мысль, 1981. 214 с, ил.— (Природа мира).

Гидрогеология и карстование: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. Пермь, 1981. 157 с; 6 с. реф.

Печеркин И. А., Печеркин А. И., Гайнанов Ш. Х. Переработка берегов водохранилищ, сложенных песчано-глинистыми и карбонатными породами. Пермь: Перм. ун-т, 1981. 96 с, ил.

Пещеры. Вып. 18: Межвуз. сб. науч. тр./Перм. ун-т. Пермь, 1981. 156 с.

Пещеры Грузии. Вып. 9. Тбилиси: Мецниереба, 1981. 150 с.

Подземные воды карстовых, платформенных областей юга Украины. Киев: Наук. думка, 1981. 199 с.

#### СТАТЬИ

Вопросы инженерной геодинамики (Ташкент), 1981, № 7.

Из содерж.: И. И. Атаджанов. Некоторые результаты применения известняковых пластинок при изучении интенсивности развития карста, с. 86—92; М. М. Маматкулов. Геоморфологические особенности развития карста Средней Азии, с. 81—86.

Гвоздецкий Н. А. Наблюдения над карстовыми явлениями в котловине озера Эрцо (Южная Осетия). — Вестн. Моск. ун-та. Геогр., 1981, № 5, с. 66—69.

Гвоздецкий Н. А. Проявление коррозии смешивания вод при отсутствии водного заполнения пещер. — Геоморфология, 1981, № 4, с. 68—71.

Григонис А. К. Зоны трещиноватости в коренных породах и карст в центре города Биржай. — Науч. тр. вузов Лит. ССР. Геол., 1981, т. 2, с. 120—126.

Достижения и задачи исследований по геологии Литовской ССР (Материалы VI науч. конф. геологов Литвы). Вильнюс, 1981. 256 с.

Из содерж.: Э. В. Водзинкас. Различия древнего и современного карста в девонских отложениях на севере Литвы, с. 27—28; А. К. Григонис. Некоторые закономерности развития карста Литвы, с. 35—37; В. В. Михайла. Остатки гербицидов группы 2, 4-Д в грунте зоны аэрации карстового района Литовской ССР, с. 213—215; В. И. Игнатвичюс, В. И. Марцинкявичюс. Инженерно-геологические особенности сульфатного карста Северной Литвы, с. 228—229.

Захаржевский Я. В. О карсте юго-западной части внутренней гряды Крыма. — Физ. география и геоморфология (Киев), 1981, № 26, с. 89—97.

Зенгина С. М., Олейник Н. Г. Изучение по аэрофотоснимкам особенностей поверхностного закарстования и трещиноватости Карабийского района Горно-Крымской карстовой области. — Там же, с. 82—89.

Ионин А. С. Роль хемогенных процессов в рельефообразовании прибрежно-шельфовой зоны тропиков. — В кн.: Континентальные и островные шельфы. Рельеф и осадки. М., 1981, с. 216—229.

Казяков К. Я. Суффозионные явления на Русской равнине в смежных территориях. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1981, 113, № 1, с. 44—48.

Казанбиев М. К. Трещинно-карстовые воды Дагестана и перспективы их рационального использования в народном хозяйстве. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1981, 113, № 2, с. 152—157.

Карпов Е. Г. Семинар по обмену передовым опытом в области инженерно-геологических изысканий в карстовых районах. — Пром. стр-во, 1981, № 12, с. 41—42.

Коры выветривания и бокситы (Тез. докл. Всесоюз. совещ.). Алма-Ата: КАЗИМС, 1981. 203 с.

Из содерж.: И. Ю. Ким и др. Карстовые бокситы Северного Казахстана, с. 102—103; Н. И. Орлова, С. Л. Спирин. Геоморфологические факторы размещения и сохранности бокситоносных отложений, с. 127—129; В. И. Троицкий и др. Фациально-палеогеоморфологические условия накопления мезозойских бокситов Средней Азии, с. 146—148.

Лехов А. В. Моделирование карстового процесса. 1. Построение теоретической модели карстового процесса. — Инж. геология, 1981, № 1, с. 89—96.

Лехов А. В. Моделирование карстового процесса. — Инж. геология, 1981, № 4, с. 70—79.

Некоторые проблемы физической и экономической географии Узбекистана. Самарканд, 1981.

Из содерж.: М. А. Абдужабаров. Природные условия и формы проявления карста некоторых участков хребта Кугитангтау, с. 20—30; З. С. Султанов. Карры карбонатного карста в Южной Фергане, с. 30—37; М. А. Стрелкова. Кластокарст Афраснаба, с. 72—76.

Никитин Н. И., Русский Г. А. Образование и исчезновение озера Развал [территория Илецкого месторождения каменной соли]. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1981, 113, № 2, с. 163—166.

Новые методы изучения инженерно-геологических условий (Материалы науч. заседаний секции инж. геологии за 1977—1978 гг.). М.: Наука, 1981. 77 с.

Из содерж.: С. И. Парфенов. Карстово-суффозионные явления на Ходыньском поднятии в г. Москве, с. 34—38; В. С. Полевой. Изучение закарстованности (трещиноватости) сульфатных и карбонатных пород методами электроразведки по трассе ЛЭП Пермь — Свердловск, с. 72—73.

Об исследовании Снежной — глубочайшей карстовой пещеры СССР (Западный Кавказ) /Людковкий Г. В., Мавлюдов Б. Р., Морозов А. И. и др. — Докл. АН СССР, 1981, 259, № 2, с. 437—442.

Печеркин А. И., Печеркин И. А., Болотов Г. Б. Особенности методики изучения тектонической трещиноватости закарстованного массива. — В сб.: Гидрогеология и инж. геология: Межвуз. сб. Новочеркасск, 1981, с. 69—73.

Печеркин И. А., Печеркин А. И., Болотов Г. Б. Формирование подземного рельефа кровли Полазненского закарстованного массива в Предуралье. — Геоморфология, 1981, № 4, с. 92—96.

Пещерная стоянка Сакажиа/Ниорадзе М. Г., Векуа А. К., Габуния Л. К. и др. — В кн.: Путеводитель экскурсии А-16. Грузия. [Для участников] ИНКВА: Междунар. союз по изуч. четвертич. периода XI конгр. М., 1981, с. 16—20.

Сезонные особенности развития гипсового карста Приднестровской Подолии / Дублянский В. Н., Шутов Ю. И., Савчин М. П. и др. — Докл. АН УССР, 1981, Б, № 6, с. 14—16.

Слезин Ю. Б., Цюрупа А. И., Тараканов А. И. Лавовые пустоты и проблемы освоения территории развития пещерообразующих лав на Камчатке. — Инж. геология, 1981, № 3, с. 64—69.

Современные проблемы геологии и геофизики: Тез. докл. науч.-техн. конф. Пермь, 1981. 96 с.

Из содерж.: Л. А. Шимановский. Карстовые воды в общем балансе подземных вод Нечерноземья, с. 14—15; В. П. Костарев. Карст Урала и особенности его инженерно-геологической оценки, с. 21—22; В. И. Копнин, Г. В. Бельтюков, Н. П. Бабушкина. Соляной карст Верхнекамского месторождения калийных солей, с. 24—26; Горбунова К. А. Вклад кафедры динамической геологии и гидрогеологии в изучение карста Пермской области, с. 84—90.

Степанов И. С., Сычкин Г. Н. Карст как коллектор информации о геологической истории горной страны (на примере западного склона Урала). — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1981, 113, № 1, с. 52—55.

Тригубко В. П. Исследование инженерно-геологических условий в закарстованных породах в связи с проходкой подземных горных выработок. — Бюл. Моск. о-ва испытат. природы. Отд. геол., 1981, 56, № 5, с. 160.

Филиппов А. Г. Карстовая морфоскульптура Виллойско-Мархинского останцово-траппового плато. — В кн.: Географические исследования восточных районов СССР: Тез. VIII науч. конф. молодых географов Сибири и Дальн. Востока. Иркутск, 1981, с. 36—37.

Филиппов В. М. Экспериментальное изучение процессов выщелачивания сульфатных пород Приангарья. — В кн.: Некоторые вопросы геоморфологии Восточной Сибири. Иркутск, 1981, с. 131—140.

Церетели Л. Д., Клопотовская Н. Б. Пещерная стоянка Апианча. — В кн.: Путеводитель экскурсии А-16. Грузия. [Для участников] ИНКВА: Междунар. союз по изуч. четвертич. периода XI конгр. М., 1981, с. 11—13.

Цыкин Р. А. Геологические аспекты карстования. — Изв. вузов. Геол. и разведка, 1981, № 9, с. 62—67.

Цыкин Р. А. Обстановки осадконакопления карстовой фациальной области. — В кн.: Эволюция осадочного процесса на континентах и океанах: Тез. докл. 12-го Всесоюз. литол. совещ. Новосибирск, 1981, с. 176—177.

Человек и природа в географической науке. Тбилиси: Мецниереба, 1981. 194 с.

Из содерж.: З. К. Тинтилозов, Ш. Я. Кипиани. Основные морфолого-генетические типы карста Грузии, с. 28—40; Л. И. Маруашвили, З. К. Тинтилозов. О проблемах изучения карстосферы, с. 41—49.

Шапиро С. М., Вервейкина Л. С., Тугамбаева Р. Н. Моделирование эксплуатационного режима водозаборов трещинно-карстовых вод в Малом Каратау. — В кн.: Математическое моделирование гидрогеологических процессов: Тез. докл. к науч.-техн. семинару. М., 1981, с. 91—92.

Шелковская Н. П. К вопросу изучения подземных вод в закарстованных породах на территории Увельского района Челябинской области. — В кн.: Гидрометеорологический режим Южного Урала. Челябинск, 1981, с. 33—43.

Шнейдер Б. А. Карбонатные породы как источник разносторонней геологической информации. — В кн.: Вопросы петрологии и металлогении Урала: Тез. докл. 4-й Уральск. петрогр. конф. Свердловск, 1981, ч. 3, с. 46—47.

#### ДЕПониРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

Казаков М. И., Царев И. Л. Некоторые вопросы применения расходографии в карбонатных закарстованных породах. — Материалы 8-й конф. молодых ученых. Гидрогеол. МГУ. М., 1981, с. 24—31. — (Рукопись деп. в ВИНТИ 8 июня 1981 г. № 2747—81 Деп.).

Комарова О. А. Актуальные задачи прогнозирования карстово-суффозионных процессов в карбонатных породах. — Материалы 8-й конф. аспирантов и молодых ученых. Охрана геол. среды. Геол. фак. МГУ. М., 1981, с. 27—33. — (Рукопись деп. в ВИНТИ 25 дек. 1981 г. № 5854—81 Деп.).

Мусин А. Г. Карст Чечено-Ингушской АССР. Грозный: Чечено-Ингуш. ун-т, 1981. — 8 с. — Библиогр.: 56 назв. — (Рукопись деп. в ВИНТИ 18 мая 1981 г., № 2287-81 Деп.).

Одинцов И. А., Пронин К. К. Карстовые формы в понтических известняках в районе г. Одесса. Редколлегия журн. «Геол. исслед.» АН УССР. Киев, 1981. 13 с. — Библиогр.: 7 назв. — (Рукопись деп. в ВИНТИ 24 февр. 1981 г., № 881—81 Деп.).

**Научная библиотека Пермского университета**

## СОДЕРЖАНИЕ

### Пещеры

Гвоздецкий Н. А. Карстоведческо-спелеологические исследования в верховье реки Губс (бассейн реки Кубани)	6
Мавлюдов Б. Р., Морозов А. И. Пропасть Снежная	15
Андрейчук В. Н., Коржик В. П. Пещерная система Золушка	25
Деревщикова Н. А., Комаров Ю. Е., Кучиев И. Т., Попов К. П.	
Шуби-Ныхасская пещера	30
Дублянский Ю. В., Дублянский В. Н. Образование гидротермокарстовых полостей	37
Михеев А. А., Русских А. В., Иванов А. Д. Морфометрические показатели некоторых пещер Среднего Поволжья	42

### Минералогия пещер

Рогожников В. Я. Воднохемогенные отложения в карстовых пещерах-лабиринтах Подольского Приднестровья	46
Филиппов А. Г. Перераспределение некоторых элементов в отложениях Аргараканской пещеры (Иркутская область)	56
Волькенау Е. В., Блинов В. А., Дякин М. Н., Киселев В. Э. Пещера Майская	60
Печеркин А. И., Катаев В. Н., Маклашин А. В., Печеркина Л. В. Распределение гипса и ангидрита на участке штольни, вскрывающей грот Вышка Кунгурской ледяной пещеры	66

### Методика изучения подземных полостей

Климчук А. Б. Опыт детального изучения водномеханических отложений крупной пещерной системы	70
Ежов Ю. А., Лукин В. С. Модель ледяной пещеры	89
Малахов В. Е., Костарев В. П. Инженерно-геофизическое исследование пещер Пермского и Башкирского Приуралья	93

### Прикладная спелеология

Данилейко В. И., Горбенко П. П., Висневский В. Г., Кольченко Н. В., Шевко Р. Н., Корниенко Т. И. Об отборе участников длительных спелеологических экспедиций	97
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

### В Институте карстоведения и спелеологии

Горбунова К. А., Минькевич И. И. Всесоюзному институту карстоведения и спелеологии — 20 лет	104
Вячеслав Семенович Лукин (к 70-летию со дня рождения)	108
Научно-техническая конференция по аккумуляции зимнего холода в горных породах и его использованию в народном хозяйстве	108

### Новости спелеологии

Международная деятельность секции спелеологии АН СССР	110
Крупнейшие карстовые полости СССР	110
Глубочайшие и длиннейшие пещеры мира	115
Длиннейшие пещеры Пермской области	117
Дивья пещера — 9720 м	117
Состояние изученности гипсовых пещер Пинежского спелеорегиона	119
Новый тоннельный вход в Кунгурскую ледяную пещеру	121
Штурм шахты Киевская	122

Пещера Нокторн (Бзыбский хребет, Западный Кавказ)	123
Пещера Напра им. Ю. Зубени	123
Индивидуальная аптечка спелеолога	124
Успехи спелеомедицины	124
Влияние приливных деформаций Земли на карстовый процесс	126

#### **Потери спелеологии**

В. В. Илюхин	127
--------------	-----

#### **Рецензии**

Монография о карсте земного шара	128
Монография о равнинном карсте	129
Исследования карста и пещер в Польше	130
Спелеологические исследования в Венгрии	131
Журнал о пещерах Словении	131
Словенский карст	132
Бюллетень Британского спелеологического общества	133
Исследования Британского спелеологического общества	133
Экспедиции английских спелеологов в 1982 г.	133

#### **Библиография**

Литература по пещерам и карсту	135
--------------------------------	-----

## CONTENTS

### Caves

Gvozdetsky N. A. Karstological and speleological investigations in the upper Gubs (the Kuban basin)	6
Mavludov B. R., Morozov A. I. The Snezhnaja chasm	15
Andrejtchuk V. N., Korzhik V. P. Karst system Zolushka	25
Derevshikova N. A., Komarov Y. E., Kutchiev I. T., Popov K. P. The Shubi-Nikhasskaja Cave	30
Dubljansky Y. V., Dubljansky V. N. Formation of hydrothermal cavities	37
Mikheev A. A., Russkykh A. V., Ivanov A. D. Morpho-metric indices of some Middle Povolzhje caves	42

### Caves Mineralogy

Rogozhnikov V. J. Water-chemogene sediments in the karst caves labyrinths of Podolskoje Pridnestrovje	46
Filippov A. G. Redistribution of some elements in the sediments of Argarakanskaja Cave (the Irkutsk Region)	59
Volkenau E. V., Blinov V. A., Dyakin M. N., Kiselev V. E. The Majskaja Cave	60
Pechorkin A. I., Kataev V. N., Maklashin A. V., Pechorkina L. V. Gypsum and anhydrite distribution in the adit area outcropping the grotto «Vyshka» in Kungurskaja Ledjanaja Cave	66

### Methods of Underground Cavities Investigation

Klimchuk A. B. Experience of detailed investigation of water-mechanic sediments in large cave system	70
Ezhov Y. A., Lukin V. S. Model of the ice cave	89
Malakhov V. E., Kostarev V. P. Engineering geophysical investigation of Permian and Bashkiria Priuralje caves	93

### Applied Speleology

Danileiko V. I., Gorbenko P. P., Visnevsky V. G., Koltchenko N. V., Shevko R. N., Kornienko T. I. On the choice of participants for long speleological investigation	97
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

### Current Events of Karstology and Speleology Institute

Gorbynova K. A., Minkevich I. I. The 20th anniversary of All-Union Karstology and Speleology Institute	104
Vjatcheslav Semenovich Lukin (70th anniversary of the birthday)	108
The scientific and technical conference on the problem of winter cold accumulation in rocks and its use in national economy	108

### News of Speleology

International activities of the speleology section of the USSR Academy of Sciences	110
The largest karst cavities of the USSR	110
The deepest and longest caves of the world	115
The longest caves of the Perm region	117
Divja Cave — the cavity of 9720 m long	117
The investigated gypsum caves in Pinezhsky speleoregion	119
New tunnel entrance to the Kungurskaja Ledjanaja Cave	121
Capturing by storm of Kievskaja shaft	122
The Nocturne cave	123
Napra after Yu. Zubeni cave	123
An individual first-aid kit of speleologist	124

	<b>Losses of Speleology</b>	
V. V. Ilukhin		127
	<b>Reviews</b>	
Monography on karst of earth		128
Monography on plain karst		129
Karst and caves investigations in Poland		130
Speleological investigation in Hungary		131
Journal of Slovenia Caves		131
Slovakia Karst		132
Bulletin of British Speleological Society		133
Expeditions of English speleologists in 1982		133
	<b>Bibliography</b>	
Literature on caves and karst		135