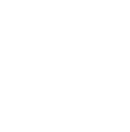


Πεντερον



Посвящается основателю сборника «Пещеры»
профессору Георгию Алексеевичу Максимовичу



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)
Interuniversity collection
of scientific transactions

PERM 1981

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

Межвузовский сборник научных трудов

ПЕРМЬ 1981

Пещеры. Межвузовский сборник научных трудов. Пермский университет, 1981, 156 с.

Сборник (выпуск 18) посвящен вопросам общей и региональной спелеологии. Наряду с пещерами Алтая, Кулойского плато, Поволжья и Прикамья рассматриваются пещеры коралловых островов и гидротермо-карстовые пещеры гор юга СССР. Приведены данные о вторичных минералах карстовых пещер и глинистых сталагмитах. Освещаются вопросы методики изучения подземных полостей и археологии. Сообщается о 15-летнем юбилее Всесоюзного института карстоведения и спелеологии, о новостях спелеологии; рецензируются отечественные и зарубежные издания по карсту и спелеологии; публикуется библиография по карсту.

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

На обложке: Пещера Г. А. Максимовича, Крым. Фото С. М. Баранова.

© Пермский государственный университет, 1981

Пещеры. Межвузовский сборник научных трудов

Редактор Е. А. Огиенко

Технический редактор Л. Г. Подорова

Корректоры М. Г. Коровушкина, В. И. Щербинина

Сдано в набор 28.05.81. Подписано в печать 31.12.81.

ЛБ06438. Формат 60x90^{1/16}. Бум. тип. № 3.

Гарнитура литературная. Печать высокая.

Усл. печ. л. 9,75. Уч.-изд. л. 9,54. Тираж 1000 экз.

Заказ 486. Цена 1 р.

Темплан 1981, поз. 326

Редакционно-издательский отдел Пермского университета.

614099. Пермь, ул. Букирева, 15

Книжная типография № 2 Управления издательств,

полиграфии и книжной торговли. 614001. Пермь,

ул. Коммунистическая, 57

В Перми в 1947 году 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.

Настоящий сборник освещает вопросы происхождения пещер гидротермокарста и коралловых островов, региональной спелеологии, минералогии и археологии пещер, методов их исследования. В нем подводятся итоги 15-летней деятельности Всесоюзного института карстоведения и спелеологии, сообщаются новости спелеологии, дается библиография по карсту.

Большая часть статей его апробирована на семинарах Всесоюзного института карстоведения и спелеологии, а также на других совещаниях по карсту и пещерам.

ПЕЩЕРЫ

УДК 551.44

Г. А. Максимович
Пермский университет
Е. Г. Максимович
Московский университет

ПЕЩЕРЫ И КАРСТ КОРАЛЛОВЫХ ОСТРОВОВ

Ранее была опубликована сводка о пещерах и карсте коралловых островов [8]. В ней не удалось привести планы пещер и дать их типизацию. Не были подготовлены данные об отложениях и практическом использовании этих полостей. В настоящей статье указанный пробел восполнен: приведены новые данные, а также кратко рассмотрены глубинные карстовые образования, вскрытые бурением.

С. Д. Олиер [15] обобщил сведения по геоморфологии островов Тробриан, сложенных кораллами плейстоценового и голоценового возраста. Рассматривая связь формирования пещер с топографическим положением и гидрогеологическими условиями, он намечает следующую генетическую классификацию карстовых полостей.

1. Формы, возникшие в результате растворения рифов на уровне зеркала ненапорных карстовых вод: 1) простые тоннели, не измененные обрушением; 2) обрушившиеся тоннели; 3) обрушившиеся сеноты; 4) пещеры неправильной формы.

2. Формы, связанные с растворением напорными водами: 5) фреатические пещеры.

3. Формы, образованные вадозным и поверхностным растворением: 6) карстовые воронки; 7) карстовые провалы.

4. Формы, появившиеся благодаря морской абразии: 8) морские пещеры.

На Малых Антильских островах — Кюрасао, Аруба, Бонайре известны многочисленные пещеры в четвертичных коралловых известняках, которые слагают четыре террасовых

уровня на отметках до 10, 25—45, 55—80, 100—150 м. Предполагают, что формирование этих полостей происходило в два этапа: когда пещеры находились ниже уровня карстовых вод и после понижения уровня подземных вод во время периодического обводнения.

Многие пещеры выполнены отложениями, в настоящее время происходит их размыв.

Берега о. Кюрасао, площадь которого 450 км², сложены четвертичными коралловыми известняками. К ним приурочено 8 пещер общей длиной 1208,8 м. Пещера Ато имеет длину основного хода 125 м, а общее протяжение ходов 187 м. В период дождей в пониженных частях пещеры появляется вода. Сложная пещера Ратон характеризуется общим протяжением ходов 164 м. В ней есть сталагмиты, колонны, плоские миски гуров с большими пизолитами. Пещера Хетчи имеет сложный план с 8 входами общим протяжением 400 м.

Пещеры Боса представляют собой 3 обособленные полости с близко расположенными входами. Боса 1 — простой коридор длиной 50 м и шириной 5—10 м; в 6 м от входа в потолке имеется сквозное отверстие с поперечником 3,2 м. Боса 2 с длиной ходов 213 м в плане имеет более сложную конфигурацию; в потолке пещеры 3 сквозных отверстия, размер наибольшего из которых 10×6 м. Боса 3 — это извилистый коридор, имеющий 4 грота общим протяжением 146 м; в потолке 4 сквозных отверстия. В пещерах Боса ранее добывались фосфаты. Высота коридоров составляет 2—4 м, а максимальная (у входа) — 12 м. Пещеры приурочены к террасе, расположенной на высоте около 30 м над уровнем моря. 8 отверстий в потолке пещеры обусловлены близостью сводов полостей к поверхности террасы. Коралловые известняки в кровле полостей имеют мощность 3—5 м.

Пещера Ван Ньюпорт на юго-западном побережье о. Кюрасао состоит из одного грота сложной формы, длина которого 20,6 м, ширина 16 м, высота входа 2 м. В пещере много натечных образований. В потолке есть сквозное отверстие около 1 м. Пещера Шингот расположена в 65 м от берега и приурочена к нижней террасе, находящейся на высоте до 10 м над уровнем моря. Полость наклонная, в плане имеет вид треугольника. Наиболее пониженные части пещеры заполнены водой, на поверхности которой плавают кристаллы кальцита. Длина пещеры 28,8 м, наибольшая ширина 16,5 м.

На о. Аруба расположена пещера Квадирикири, представляющая собой слегка извилистый коридор, длина которого

по основной оси 150 м. Высота входа 7 м, гротов 5 м, коридоров — около 3 м. Общая длина с основными отклонениями 220 м. В потолке есть 4 сквозных отверстия, через которые днем проникает свет. В пещере имеются сталактиты, единичные колонны, покровный кальцит.

Пещера Фонтейн известна своими рисунками на стенах. В ней много колонн, на полу развит покровный кальцит. Полость представляет собой коридор общей длиной 95 м, высота первого грота от 13 до 2,5 м. Пещера Лаго Колони имеет длину 450 м. Высота ходов от 2—3 м до 7 м, а входов 7,6 и 3 м. План ее очень сложный. Пещера богата натечными образованиями. Кроме сталактитов и сталагмитов в кальцитовых ванночках имеются пизолиты. На полу обнаружен натечный кальцит с водой в углублениях.

Кроме описанных выше на о. Аруба имеются пещеры Алиба (150 м), Тоннель Любви (200 м). Они включены в Туристический путеводитель. Пещера Канашигу интересна в археологическом отношении.

На о. Бонайре исследованы пещеры Спелонк, Ватапана и Пос Калбас. Первая из них имеет два зала размером 70×40×4 и 10×9×2 м. Общая длина ее около 80 м. Полость известна своей пиктографией. Пещера Ватапана представляет собой изогнутый коридор длиной 88 м, шириной 17,5—19 м. На поверхности воды плавают кристаллы кальцита. Встречаются плоские пизолиты, натечные формы. В пещере Пос Калбас, длиной 30 м, на поверхности воды также имеются кристаллы кальцита. Уровень воды в ней зависит от колебаний уровня моря. Всего на рассмотренных трех островах было исследовано 17 пещер [14]. Длина 16 из них 2521,8 м. Влажность пещерного воздуха до 95%, температура 28—30°. Вода озер многих пещер соленая. Содержание хлора следующее (мг/л): Ато (Кюрасао) — 160, Лаго (Аруба) — 750, Пос Калбас (Бонайре) — 850, Ватапана (Бонайре) — 1500, Шингот (Кюрасао) — 3200.

Кристаллы кальцита обнаружены на поверхности воды, наиболее минерализованной в последних трех пещерах [7, 14].

Многочисленные гроты отмечены в коралловом рифе Ассампшен в Индийском океане [4], а на атолле Альдабра-арки и тоннели длиной более 12 м [4].

Пещеры и поверхностные карстовые формы встречаются на современных коралловых известняках Красного моря, особенно южнее Массуа [6].

В литературе описано около 140 пещер коралловых островов [8, 14]. Это незначительная часть существующих в природе пещер. Например, на сотнях необитаемых островов

Большого австралийского барьерного рифа, площадь которого до 200 тыс. км² [2], имеются тысячи гротов, в которых не бывал ни один спелеолог [12].

Протяженность некоторых пещер коралловых островов следующая (м):

1. Уолсингем, Бермуды	1609	23. Кута, о. Вакута, Тробрианы	84
2. Киригина 1, Тробрианы	682	24. Вакута 3, Тробрианы	70
3. Лаго, Аруба	450	25. Босс 1, Кюрасао	50
4. Хетчи, Кюрасао	400	26. Вакута 4, Тробрианы	48
5. Сикау, Киригина, Тробрианы	247	27. Кайлоуна 10, Тробрианы	40
6. Квадирикири, Аруба	220	28. Кайлоуна 8, Тробрианы	37
7. Боса 2, Кюрасао	213	29. Вакута 5, Тробрианы	34
8. Тоннель Любви, Аруба	200	30. Кайлоуна 12, Тробрианы	33
9. Китава 1, Тробрианы	198	31. Пос Калбас, Бонайре	30
10. Ато, Кюрасао	187	32. Кайлоуна 9, Тробрианы	30
11. Киригина 3, Тробрианы	182	33. Шингот, Кюрасао	29
12. Ратон, Кюрасао	164	34. Кайлоуна 4, Тробрианы	28
13. Алиба, Аруба	150	35. Кайлоуна 2, Тробрианы	25
14. О. Вате, Новые Гебриды	150	36. Киригина 4, Тробрианы	24
15. Киригина 4, Тробрианы	150	37. Китава 13, Тробрианы	24
16. Боса 3, Кюрасао	146	38. Кайлоуна 1, Тробрианы	21
17. Китава 7, Тробрианы	128	39. Ван Ньюпорт, Кюрасао	21
18. Кайлоуна 5, Тробрианы	122	40. Китава 6, Тробрианы	20
19. Китава 4, Тробрианы	113		
20. Фонтейн, Аруба	95		
21. Ватапана, Бонайре	88		
22. Спелонк, Бонайре	80		

Для современных рифов характерны пещеры различного генезиса: сингенетические внутририфовые, морские абразионные, карстовые, антропогенные и смешанные.

Сингенетические рифовые пещеры возникают в процессе роста кораллов. Такие подводные полости зафиксированы у берегов Бразилии, в районе развития грибообразных кораллов. Сравнительно узкие на дне стержни расширяются кверху и заканчиваются грибообразными шляпками. При слиянии этих шляпок вблизи уровня моря в большие рифовые массивы возникают сингенетические подводные рифовые пещеры-коридоры [11]. По-видимому, подводные пещеры развиты на о. Абу-Раба, входящем в архипелаг Дахлак, расположенный в западной части Красного моря.

Морские абразионные пещеры весьма распространены по берегам современных рифов. На абразионных берегах Бермудских островов волноприбойные ниши развиты на уровне моря. На высоте 2,5—5 м над ними находятся ниши и гроты монастырского времени, а на высоте 7,5 м — подобные, но более древние образования. На глубине 9—18 м ниже уровня моря развита зона гротов и ниш, сформировавшихся при более низком уровне моря, во время висконсинского оледенения. Морские абразионные гроты и пещеры известны на многих коралловых островах, в частности, на рифах архипелага Тробриан.

Карстовые пещеры весьма многочисленны. Генезис их наиболее изучен на материале пещер группы островов Тробриан. Карстовые пещеры делятся на две группы: возникшие в результате растворения и эрозии ненапорными карстовыми водами и фреатические, связанные с растворением под напором.

Тоннели, не вскрытые обрушением, являются эрозионно-коррозионными формами. Примером могут служить пещеры Кайлоуна 5 длиной 122 м при ширине коридора 1,2—1,5 м и до 4,6 м (рис. 1, I); Китава 17, представляющая коридор протяженностью 24 м. Эрозионно-коррозионными провальными формами являются тоннели, вскрытые провальными окнами, между которыми сохранились карстовые мосты и арки. Примером их служит пещера Кайлоуна 10 длиной 24 м, имеющая четыре провала, разделенные мостами (см. рис. 1, II). К коридорно-гrotовым относятся пещеры Ратон общей длиной 162 м и Ато (рис. 2) на о. Кюрасао. Последняя вскрыта одним провальным окном. Озерная пещера Сикау на о. Киригина (см. рис. 1, III) протягивается на 247 м.

Фреатическими являются пещеры Киригина 1 и Китава 4, расположенные на островах Тробриан. Киригина 1 приурочена к горизонтально-слоистым известнякам и находится на высоте 27 м над уровнем моря. Расстояние по прямой от входа до дальней части 330 м, а с учетом параллельных ходов

ответвлений — 682 м. В первом гроте (187×19,8 м) центральная часть занята озером. Пещеру относят к фреатическим на основании хорошо развитой ноздреватости стен, наличия эллиптических карманов и каналов с горизонтальной осью (см. рис. 1, IV). Пещера Китава 4, отличающаяся сложной формой, имеет длину 82 м и общее протяжение ходов 113 м. Считается фреатической из-за колоколообразных углублений в потолке и других признаков напорной стадии.

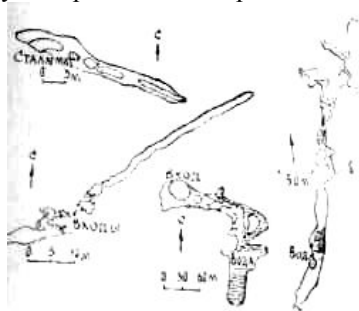


Рис. 1. План пещер Тробрианских островов: I — Кайлоуна 5, II — Кайлоуна 10, III — Сикау, IV — Киривина 1



Рис. 2. План и профиль пещеры Ато, о. Кюрасао

Искусственные пещеры встречаются сравнительно редко. На островах Тробриан чаще наблюдаются природные карстовые полости, расширенные и приспособленные человеком для различных целей. Пещеры Кайлоуна 13 и Тума 2 разгорожены искусственными стенками.

Глубинные слепные карстовые полости вскрыты скважинами на атоллах и других коралловых рифах Тихого океана. На о. Энвевоток, расположенном западнее атолла Бикини, до глубины 900 м полости составляют 36 м, из них наиболее значительная — 15 м. На атолле Бикини современный пористый риф залегает до глубины 20—25 м [5, 10].

Гидрогеология коралловых островов определяет формирование пещер. На современных рифах ниже пресных подземных вод атмосферного происхождения залегают солоноватые воды, образовавшиеся в результате смешения пресных и подстилающих соленых. Ниже находятся соленые воды морского происхождения [3].

В зоне пресных вод образуются пещеры вадозных ненапорных вод. На о. Китава (Тробрианы) на уровне моря вытекают источники. Весьма многочисленны карстовые источники на берегу о. Мозво (Новые Гебриды). На о. Санто карстовые

источники питаются водами, поглощенными понорами и слепыми долинами.

Фреатические пещеры возникают за счет разгрузки пресных, иногда солоноватых вод по изолированным каналам.

Глубинные пещеристые полости представляют собой погруженные каналы вадозных или фреатических пещер.

Исследование коралловых островов Тробриан показало, что пресные карстовые воды имеются только на сравнительно больших рифах. На малых островах Вакута ветровой занос солей при малом количестве атмосферных осадков обуславливает преобладание в пещерах солоноватых вод [8].

Отложения пещер представлены обвальными, водными механическими, водными хемогенными, органогенными и антропогенными.

Обвальные отложения в виде упавших с потолка глыб описаны в пещерах островов Тробриан. В пещере Киригина 1 многочисленные глыбы покрыты натечным кальцитом. Есть глыбы и в полостях Китава 1, Киригина 3, Кайлоуна 2 и 5. Водные механические отложения в пещерах Кайлоуна 4 и 8 представлены глинами, в Вакута 3 — песками и глинами.

Водные хемогенные натечные отложения довольно распространены. Это сталактиты, сталагмиты, геликтиты, покровный кальцит на полу, гуры, пещерный жемчуг.

Сталактиты зафиксированы в пещерах Бермудских островов, где они местами образуют занавеси; в пещерах Китава 1, 7, 9, 10; Вакута 3, 5; Кайлоуна 1, 2, 3, 4, 5; Киригина 1, 6 (Тробрианы); Ньюпорт (о. Кюрасао); Лаго и гроте Квадирикири (о. Аруба).

Сталагмиты есть в пещерах Бермудских островов, в пещерах Ратон (о. Кюрасао), Квадирикири, Фонтейн, Лаго (о. Аруба), Китава 7, Кайлоуна 2 (Тробрианы). Колонны имеются в пещерах на Бермудских островах, в полостях Тробриан — Киригина 3, 4, 5; Китава 1, 3, 9, 10; Вакута 3; Кайлоуна 1, 2, 10. Много их в пещерах Фонтейн, изредка встречаются в Квадирикири на о. Аруба, в полости Ратон на о. Кюрасао.

Геликтиты описаны в центральной части пещеры Кайлоуна (Тробрианы). Покровный кальцит наблюдается на полу пещер Тробриан — Киригина 1, Китава 7 и 1. В последней белые кристаллы кальцита срослись в щетку. Есть покровный кальцит в пещерах Квадирикири, Лаго и Фонтейн на о. Аруба. Гуры зафиксированы в пещерах Бермудских островов, а также в пещерах Китава I и Вакута 3 (Тробрианы). В пещере Ратон (Кюрасао) — это плоские миски из кальцита с пизолитами. Подобные образования установлены в полости

Лаго на о. Аруба. Пещерный жемчуг найден в кальцитовых ванночках пещер Ратон (наиболее крупный) и Лаго. В пещере Спелонк есть плоские пизолиты. Плавающие кристаллы кальцита встречаются на озерах пещер Кайлоуна 5 (Тробрианы), Пос Калбас и Ватапана (Бонайре), Шинго (Кюрасао). Органогенные отложения представлены гуано и костями человека. Гуано имеется на полу пещер Киригина 1, 4, 6, 9; Китава 1; Кайлоуна 5; Вакута 3 (Тробрианы). В пещерах Боса (Кюрасао) ранее добывались фосфаты. Человеческие кости встречаются в пещерах островов Тробриан, в полостях Киригина 8, 12, 13 и других. В пещере Киригина 1 они местами покрыты натечным кальцитом, а в Китава 13 окрашены охрой в красный цвет. Инкрустированы кальцитом и кости в пещере Китава 7.

Антропогенные отложения — это носы каное в пещерах Тробриан, которые использовались в качестве контейнеров для костей человека, черепки горшков, реже целые сосуды. В некоторых полостях есть частично разрушенные стены из известняка, сломанные раковины и другие предметы [9].

Пещеры коралловых островов используются для различных целей. Туристическими являются пещеры Кристалльная и Лимонтон на Бермудских островах, Алиба и Тоннель Любви на о. Аруба. Подземные пристани для пирога устроены местными жителями в пещерах на северо-восточном берегу о. Эроманго, в архипелаге Новые Гебриды. Пункты наблюдения за погодой для рыбаков имеются на этом же острове в пещерах, пол которых находится несколько выше уровня океана. Из озера в пещере Ваган на о. Вакута (Тробрианы) берут пресную воду для питья. На о. Китава (Тробрианы) используют воду карстовых источников, вытекающих на побережье из пещер. Купание и стирка белья производится в озере пещеры Кута на о. Вакута (Тробрианы). В воде пещеры Китава 12 вымачивают луб кокосовой пальмы, из которого местные жители изготавливают юбки. В пещере на о. Китава (Тробрианы) обитают летучие собаки, являющиеся объектом нерегулярной охоты местных жителей, употребляющих их мясо в пищу.

В некоторых пещерах обнаружены рисунки и надписи на стенах, например, в пещере Китава 1 (Тробрианы) — изображение рыб и человеческих ладоней. Древние надписи отмечены на о. Бонайре. В пещере Онима есть иероглиф Майя. Известна рисунками на стенах пещера Фонтейн на о. Аруба.

Погребения обнаружены на о. Эроманго, Новые Гебриды, в гроте Суфу. Особенно много пещерных погребений на Тробрианах, причем часть костей покрыта натечным кальцитом.

Карстовый рельеф современных рифов разнообразен. Карстовые формы представлены каррами, понорами, воронками, котловинами, полями, слепыми долинами, колодцами, шахтами, останцами. В результате провалов сводов пещер возникают природные мосты и арки. На коралловых островах реки, озера и болота встречаются очень редко. [8]. Реки есть на о. Андрос из группы Багамских, а озера и болота — в карстовых понижениях о. Пинос (Куба).

В зоне поверхностной циркуляции вод возникают карры. Погребенный карровый рельеф обнаружен на о. Ошен после удаления покрывающих коралловые известняки фосфоритов. На о. Науру вскрытая карьером поверхность известняка также сильно закарстована. Здесь наблюдаются карры типа «каменный лес». Выступы с конической вершиной имеют высоту 4—5 м и поперечник 2—3 м. Поноры обнаружены в восточной половине о. Санто (Новые Гебриды). Цилиндрические поноры — «коррозионные трубочки», вскрытые карьером на о. Вате (Новые Гебриды), имеют поперечник 0,1—0,5 м и глубину несколько метров. Возможно, что поноры возникли в результате биохимической коррозии корней деревьев, а затем были расширены коррозией и эрозией за счет дождевых вод.

Воронки, карманы и другие коррозионные впадины зоны поверхностной циркуляции обнаружены в закарстованных известняках о. Макатеа, а коррозионные и провальные воронки — на Бермудских островах. На Тробрианах провал Вакута 6 имеет глубину 6,7 м. В глубокой части его наблюдаются два озера с соленой водой. Провальная воронка Китава 19 возникла 50 лет назад. Сейчас это эллиптическая ямка размером 4,5×3 м. Провал Кайлоуна 11, в нижней части заполненный водой, образовался между 1960 и 1963 г. Поперечник его 6 м, наибольшая глубина 4,3 м. Котловины, карстовые впадины глубиной несколько десятков метров известны на о. Макатеа. Поля, затопленные морем, образуют бухты Каол-Харбор, Грейт-Саунд и другие на Бермудских островах. Слепые долины наблюдаются на о. Санто (Новые Гебриды). Дождевая вода поглощается в них понорами и вытекает на побережье в виде карстовых источников.

Карстовые колодцы известны на о. Мозво (Новые Гебриды). На Багамских островах глубина их 15 м, из них добывается пресная вода. Колодец Китава 7, расположенный на о. Киригина (Тробрианы), имеет глубину 20 м. Эллиптическое отверстие его 30×12 м. С глубины 3 м он заполнен пресной водой. Провальный колодец на о. Вакута глубиной 6,7 м имеет два озера с солоноватой водой. Карстовые колодцы

встречаются и на островах Кайлоуна. Карстовые шахты на известняковом плато о. Моэво (Новые Гебриды) достигают в глубину уровня моря. Карстовая шахта глубиной 54 м имеется на о. Макатеа. Стенки ее гладкие, волнистые. Вблизи уровня карстовых вод она образует пещеру.

Карстовые останцы типа «каменный лес» и столбообразные выступы доломитизированных известняков высотой 15—18 м описаны на о. Науру. На о. Ошен наблюдаются столбы и узкие гребни из известняков и доломитов, разделенные узкими глубокими ущельями.

Атоллы в западной и юго-западной частях Тихого океана характеризуются карстовым рельефом в виде останцов, глубоких расселин с вертикальными стенками. Морфология современных атоллов и рифовых барьеров, по мнению некоторых исследователей [13], обусловлена исключительно закарстованностью островных карбонатных платформ. Вероятно, в данном случае роль карста несколько преувеличена, хотя и наблюдается значительная поверхностная и подземная закарстованность многих современных рифов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биолого-геологические исследования островных районов Новой Гвинеи и Тонга (18-й рейс нис «Дмитрий Менделеев»). — Океанография, 1978, 18, № 1, с. 163—165.
2. Виноградов М. Е. Изучение Большого барьерного рифа. — Природа, 1969, № 12, с. 43—49.
3. Девис Э., Уист де Р. Гидрогеология. М., 1970, с. 189.
4. Кусто Ж. И., Дюма Ф., Даген Д. В мире безмолвия. Живое море. М., 1966, с. 276—291.
5. Максимович Г. А. Нефть и газ палеокарстовых полостей рифов. — В кн.: Карст и его народнохозяйственное значение. М., 1964, с. 95—108.
6. Максимович Г. А. Карст Африки. — В кн.: Гидрогеология и карстование. Перм. ун-т, 1964, вып. 2, с. 115—132.
7. Максимович Г. А. Коралловые острова и их практическое значение. — В кн.: География океанов. Мат. VI съезда географ. об-ва СССР. Л., 1975, с. 40—43.
8. Максимович Г. А. Пещеры и карст коралловых островов. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1976, вып. 16, с. 107—121.
9. Максимович Г. А. Карст и пещеры современных рифов. — В кн.: Карст мраморов, доломитов, рифов, известковых туфов и галогенных отложений. Тез. докладов. Перм. ун-т, 1978, с. 53—54.
- Ю. Максимович Г. А., Армшев В. М. Палеокарстовые коллекторы нефти и газа. Карст рифовых известняков. — В кн.: Гидрогеология и карстование. Перм. ун-т, 1962, вып. 1, с. 13—18.
11. Общая морфология суши. М., 1938, т. 2, с. 364—371.
12. Пейяр П. Большой барьерный риф. — Природа, 1964, № 1, с. 83—90.
13. Bourguilh F. Karst, diagenese subaerienne et atoll. — 4-eme Reun. annu. Terre. Paris. 1976, p. 73.

14. Hummelinck P. W. Las cuevas de las Antillas holandesas. — Acad. scienc. Cuba. Ser. Espeleol. y carsol., 1973, N 35. p. 31.

15. Ollier C. D. Coral Island geomorphology. — The Trobrian Islands. Z. geomorphol, 1975, 19, N 2, p. 164—190.

УДК 551.44

В. Н. Дублянский

Симферопольский университет

ГИДРОТЕРМОКАРСТОВЫЕ ПЕЩЕРЫ ЮГА СССР

Первый очерк гидротермокарста СССР, привлечший внимание исследователей к этой проблеме, принадлежит Г. А. Максимовичу [6,20]. За истекшие десять лет появились новые материалы.

Средняя Азия. В Западном Тянь-Шане исследовано более 40 небольших (7—12 м) гидротермокарстовых пещер, возникших в силурийских и карбонных известняках, в зонах разломов [7]. Самая крупная из них — Калмакчунгур находится в бассейне р. Угам. Длина ее 109 м, площадь 1370 м², объем 6840 м³, удельный объем 63 м³/м. В настоящее время все пещеры сухие. На стенах полостей обнаружены кристаллы кальцита и исландского шпата, представленные ромбоэдрическими и скаленоэдрическими разностями. Время образования пещер не установлено. Предполагается, что они имеют смешанное происхождение (термальные воды внедрялись по трещинам в полости «холодного» карста).

В Южной Фергане обнаружено несколько небольших (12—60 м) пещер с реликтами гидротермального крупнокристаллического кальцита ромбоэдрического габитуса [12]. Горные выработки Хайдаркана и Кадамжая вскрыли около 50 слепых сфероидальных, мешковидных и щелевидных полостей длиной до 100 м [11]. Полости заложены в нижнекарбонных известняках, в зоне ртутно-сурьмяного оруднения. Их стенки покрыты кристаллами барита, кальцита скаленоэдрического габитуса, арагонита (температура образования 150—180°) и кальцитовыми натекми, образовавшимися при отложении минералов из холодных растворов. Возраст гидротермокарстовых пещер раннепермский.

В Зеравшанско-Гиссарской области выявлен ряд новых гидротермокарстовых полостей длиной от 17 до 60 м [7]. В пещере Гуньджак известны сталагмиты, подобные, по мнению автора [11], гейзерным сталагмитам из пещер Венгрии [6].

Единственная обводненная гидротермокарстовая пещера Средней Азии — Бахарденская. Ей посвящена обширная литература [6], однако специальное карстолого-гидрогеологическое изучение пещеры не проводилось. В 1976 г. ее исследовал автор (с помощью геологов Л. П. Горбач, И. В. Лыковой и спелеологов Ашхабада под руководством Г. А. Насырова).

Бахарденская пещера заложена в оксфорд-кимериджских доломитизированных, местами алеврито-песчаниковых, известняках с прослоями белых и розовых гипсов и ангидритов. В привходовой части и кровле прослеживается пять таких прослоев мощностью 1,5—2,5 м (рис. 1). Известняки падают на северо-восток под углами 60—65°. В районе пещеры обнаружено несколько трещинных зон простираением 120—130, 30—40, 60°, связанных с зонами поперечных разрывных нарушений, пересекающих Передовую антиклинальную цепь Копетдага. Вдоль зоны нарушений простираением 30—40° происходит разгрузка подземных вод. Источник термальных вод располагается на дне сая в 650 м от входа в пещеру.

Бахарденская пещера состоит из одного зала длиной 250 м, глубиной 55—69 м (от нижнего и верхнего входов), шириной 12—50 м, площадью 6300 м², высотой 4—26 м. Объем ее 75 тыс. м³, удельный объем 300 м³/м. В юго-восточной части пещеры расположено подземное озеро длиной 75 м, шириной 8—23 м, площадью 1050 м, глубиной 2—14 м. Объем воды в нем в апреле 1976 г. достиг 6500 м³, расход источника — 30 л/с, коэффициент водообмена — 12 раз в сутки. С 1887 г. по настоящее время уровень воды колебался от 1,5 до 5,0 м по сравнению с уровнем 1976 г. По данным многочисленных анализов средняя минерализация воды — 2632 мг/л при кальциево-натриевом хлоридно-сульфатном составе, значительном содержании кремниевой кислоты (63,6—147,1 мг/л), стронция (50,6 мг/л) и сероводорода (10,5 мг/л). рН находится в интервале 7,3—7,5, восстановительный потенциал достигает 127 mv. Спектральный анализ сухого остатка свидетельствует о наличии 25 элементов (Na, K, Cu, Mg, Ca, Sr, Ba, B, Al, C, Si, Ti, Zr, N; P; V; O; S; Cr, Cl, Mn, Br, Fe, Co, Ni). С бальнеологической точки зрения вода не изучена, хотя в пещере проводятся неорганизованные купания.

Из-за незначительных атмосферных осадков (менее 300 мм) сухая часть полости мало переработана пресными водами. Специфическая гипергенно-биохимическая обстановка (термальные воды, наличие сероводорода, гуано летучих мышей и птиц, высокая температура воды и воздуха, достигающая 32—36°) способствует образованию на стенках

пещеры кристаллов гипса. Часто встречаются псевдоморфозы кальцита по гипсу [6].

Гидротермокарстовое происхождение Бахарденской пещеры бесспорно. Об этом свидетельствует изучение как самой пещеры, так и Копетдагской термальной линии, с которой связан ряд минеральных источников. Пещера заложена на пересечении досреднеплиоценовой продольной линии надвигов и сбросов с более молодой позднеплиоценовой-раннечетвертичной системой разрывных нарушений.

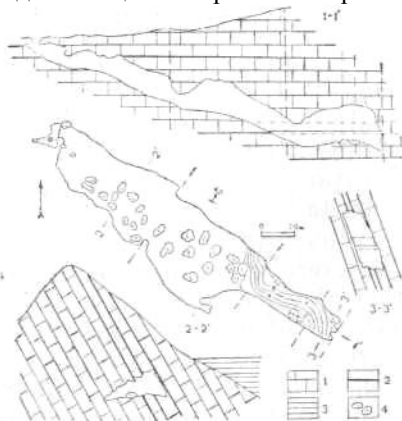


Рис. 1. План и разрезы Бахарденской пещеры: 1 — известняки, 2 — гипсы, 3 — суглинки, 4 — глыбовый навал



Рис. 2. Схема шахты на г. Машук (по Ф. А. Макаренко, 1951): 1 — известняки верхнего мела, 2 — мергели палеоцена, 3 — травертины, 4 — разломы и минеральные источники

Кавказ. Наиболее ярко гидротермокарст проявляется в шахте Провал на горе Машук [6]. Гора имеет вид купола диаметром 2,5 км, приподнятого на 500 м над долиной р. Подкумок. Она представляет собой криптолакколит, интрузив которого, сложенный трахилипаритами, перекрыт известняками маастрихта. Известняки разбиты кольцевыми и субмеридиональными разломами, на склонах массива в них обнаружены многочисленные кальцитовые жилы северо-восточного простирания.

Шахта Провал находится на юго-восточном склоне горы Машук. Она заложена на пересечении двух разломов (рис. 2), сформирована термальными минеральными водами и вскрыта при обрушении свода полости. Диаметр входного отверстия

около 16 м, книзу шахта суживается до 4,5 м, а затем вновь расширяется до 13—28 м. Глубина шахты 25 м с южной и 41 м с северной стороны. Объем ее 6 тыс. м³, удельный объем 225 м³/м. Озеро на дне шахты имеет глубину от 7,4 до 11,5 м. Это самый высокий из всех существующих в настоящее время выходов минеральных вод. Водный, температурный и химический режим озера хорошо увязывается с режимом группы «верхних» источников (Михайловский, Александровская, Сабанеевская, Тавиевская штольни) и зависит от поступления инфильтрационных вод из дальней (Джинальский хребет) и ближней (гора Машук) областей питания. По химическому составу вода в озере Провал относится к сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридному кальциево-натриевому типу при средней минерализации 3650 мг/л и температуре 19,1—41,1° С. Временем возникновения шахты Провал на основании изучения отложений травертинов вокруг горы Машук считают поздний плиоцен-антропоген [15].

Второй гидрогеологический район Кавказа с проявлениями гидротермокарста — Мацестинское месторождение минеральных вод. В начале XX в. его обследовал Э. А. Мартель [21]. Позднее гидрогеологические условия разгрузки минеральных вод детально описал А. Н. Огильви [8].

Мацестинская пещера расположена на левом склоне р. Мацеста. Два узких хода через 12 м открываются в небольшой зал. Пещера заложена в сенонских известняках. Ее длина 90 м, площадь 300 м², объем 500 м³, удельный объем 5,5 м³/м. В межень пещера сухая. Несколько крупных источников сероводородных вод (минерализация 4—16 г/л, хлоридно-натриевый состав при содержании H₂S 62—350 мг/л) выходят ниже входа на 2 м. Режим и минерализация источников зависят от количества атмосферных осадков в ближней (Ахунский массив) и дальней (массив Алек) областях питания. Расход источников колеблется от 0,1 до 14 л/с, температура — от 12 до 16° С. По геоморфологическим данным Мацестинская пещера образовалась в карангатское или сурожское время (Q_{III}). Таким образом, Мацестинская пещера — самая молодая гидротермокарстовая полость СССР.

В других карстовых районах южного склона Кавказа гидротермокарстовые полости до последнего времени не зафиксированы, хотя палеогидрогеологическая обстановка благоприятна для их формирования [3].

Анализ материалов по гидротермокарстовым полостям юга СССР и зарубежных стран свидетельствует об отсутствии однозначных критериев для определения «теплого» или «холодного»

происхождения пещер [6, 17, 19, 18]. Рассмотрим некоторые возможные направления их разработки. По форме гидротермокарстовые пещеры можно разделить на три группы. Пещеры-щели заложены по тектоническим трещинам, представляя их расширенные коррозией участки. Галереи пещер часто образуют сплошную сетку, позволяющую судить о направлениях трещиноватости района (Мацестинская, Ференцхеди-барланг). Пещеры-сферы состоят из радиально-ветвящихся ходов со сферическими камерами и куполами (Виноградная в Хайдаркане, Шатеркёпуста в Венгрии). Пещеры-камеры имеют один или несколько крупных залов, вскрытых провалами свода (Бахарденская, Провал) или горными выработками (Родопская [14]). Из перечисленных типов лишь пещеры-сферы свойственны только гидротермокарсту.

По величине между гидротермокарстовыми и «холодными» карстовыми полостями нет существенных различий. Их размеры могут меняться в широких пределах: длина — от $n \cdot 10^0$ до $n \cdot 10^5$ м; ширина (высота) — от $n \cdot 10^{-1}$ до $n \cdot 10^1$ м; объем от $n \cdot 10^0$ до $n \cdot 10^6$ м³. Для выделения из множества карстовых полостей подмножества «теплых» пещер можно использовать удельный объем. Для большинства проанализированных «холодных» пещер, а также «теплых» пещер-щелей и пещер-сфер этот показатель меньше 20 (обычно 2—5). Удельный объем гидротермокарстовых пещер-камер всегда больше 100 (Провал — 225; Бахарденская — 300; Родопская — 6000 м³/м).

Гидрогеологические критерии. В карстовых полостях, находящихся на гидротермокарстовом этапе развития, движутся минеральные воды, различающиеся по температуре (20—250°), минерализации (2—25 г/л) и химическому составу. Одним из желательных условий развития карста является наличие CO₂ или H₂S. Очевидно, подземные воды карстовых полостей должны иметь специфический микрокомпонентный и изотопный состав.

Полости, прошедшие гидротермокарстовый этап, часто лишены подземных водотоков или содержат холодную воду. В этом случае признаком их гидротермокарстового происхождения может быть наличие поблизости источников с повышенной температурой и специфическим составом (например, источник Тохоня в Венгрии [4]).

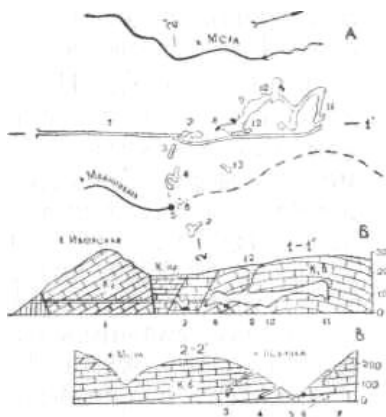
Седиментологические критерии. Гидротермокарстовым полостям могут быть свойственны специфические черты термального спелеолитогеоза: сплошное покрытие стен сферолитовыми корами, наличие высокотемпературных минералов или эпитермальных включений в них [7, 11, 12, 18, 19], вторичная

доломитизация известняков у стенок карстовых полостей и в приразломных зонах [18]. Однако в ряде случаев отложения на стенах гидротермокарстовых полостей могут отсутствовать (Провал, Мацестинская пещера) или состоять из низкотемпературных минералов (Бахарденская).

Используя три рассмотренные группы критериев, необходимо учитывать палеогидрогеологию района. Обычно описываются случаи, когда гидротермокарстовые процессы протекают в уже развитых формах холодного карста [6, 7, 19]. Автору представляется более вероятным наложение холодных карстовых форм на древний гидротермокарст. К идее о пространственном и температурном «вырождении» гидротермальных систем как основном направлении их эволюции приходят и специалисты по гидротермальным процессам [10].

На основе сказанного попытаемся проанализировать условия формирования конкретных карстовых водоносных систем Кавказа и Крыма.

Рис. 3. План (А), продольный (Б) и поперечный (В) разрезы Новоафонской пещеры: 1 — входной тоннель, 2 — зал Сюрприз, 3 — Геликтитовая пещера, 4 — Восходящая пещера, 5 — вклюдзы, 6 — формирующиеся карстовые полости выше вклюдзов, 7 — пещера Акую, 8 — грот Абхазия, 9 — грот Грузинских спелеологов, 10 — грот Глиняный, 11 — грот Тбилиси



Новоафонская пещера расположена под Иверской грядой, между реками Мсра на западе и Псырцха на востоке (рис.3). С поверхностью ее связывает шахта Бездонная яма глубиной 140 м. Каналами древней и современной разгрузки являются сифонные ходы Геликтитовой и Восходящей пещер. В левом борту р. Псырцха расположена пещера Акую, имеющая один зал, вскрытый узкой трещиной (удельный объем $665 \text{ м}^3/\text{м}$). Новоафонская пещера состоит из нескольких крупных залов, разграниченных глыбовыми навалами и сифонами. Длина ее 1950 м, суммарный объем $1,5 \text{ млн. м}^3$, удельный объем $770 \text{ м}^3/\text{м}$. Новоафонская пещера считалась обычной холоднокарстовой полостью, хотя генезис ее оставался неясным [15].

В 1974—1975 гг. под руководством автора был проведен цикл карстолого-гидрогеологических и гидрохимических исследований. Пещеры Новоафонская и Акую относятся к группе пещер-мешков и имеют аномально высокий удельный объем (665—770 м³/м). На 3—5 м ниже уровня воды в озерах Новоафонской пещеры выходят источники, химический состав воды которых формируется при смешивании в различных пропорциях (от 5:1 — ноябрь, межень до 26:1 — март, снеготаяние) пресных холодных минеральных вод, поступающих из Новоафонской пещеры, и термальных минеральных хлоридных натриевых вод, поднимающихся вдоль разломной зоны с глубины 500—600 м. Пещера заложена в доломитизированных известняках. В ней, несмотря на активный промыв холодными водами, происходят геохимические процессы, приводящие к разрушению кремневых конкреций и образованию гипсовой минерализации. Таким образом, Новоафонская пещера, исходя из всех указанных критериев, представляет собой аномалию среди обычных «холодных» пещер района. Это позволяет сформулировать гипотезу о ее гидротермокарстовом происхождении [2].

Формирование Новоафонской пещеры, очевидно, происходило в несколько этапов (рис. 4). В среднем плиоцене антиклиналь Аж-Амгва до отметок +220—260 м перекрывало мелкое море. После его отступления в районе создались условия для образования покрытого карста. Пластово-трещинные воды высокой минерализации медленно двигались к дальней области разгрузки в акватории Черного моря [9]. В позднем плиоцене закладывается Калдахварский сброс и возникают связанные с ним кулисообразные нарушения. Они служат барражами для минеральных вод. В зоне подпора происходит их подъем и разгрузка на поверхности, сопровождающиеся образованием прикупольных частей Новоафонской пещеры и сифонных каналов Бездонной ямы.

В раннем плейстоцене продолжается энергичный врез речных долин и смыв с их водосборов некарстующихся пород. Река Мера (водосбор 100 км²) сперва имеет более глубокий врез, чем р. Мааниквара (водосбор 16 км²). После формирования в русле р. Мсра ряда поглотителей она теряет сток, а р. Мааниквара, получая сток с других водосборов, ускоряет врезание в толщу известняков. В это время Новоафонская пещера увеличивает свои размеры за счет коррозии смешивания.

В период чаудинской трансгрессии в ней возникает подпор и отлагается нижний горизонт глин. В среднем плейстоцене углубляющиеся долины рек Хипста, Баклановка, Цквара,

Мсра прорезают в среднем и верхнем течении альб-сеноманский водоупор. В Новоафонскую пещеру поступают пресные инфлюационные воды, формирующие ее северные залы и каньон. Развитие пещеры замедляется во время древнеэксинской трансгрессии.

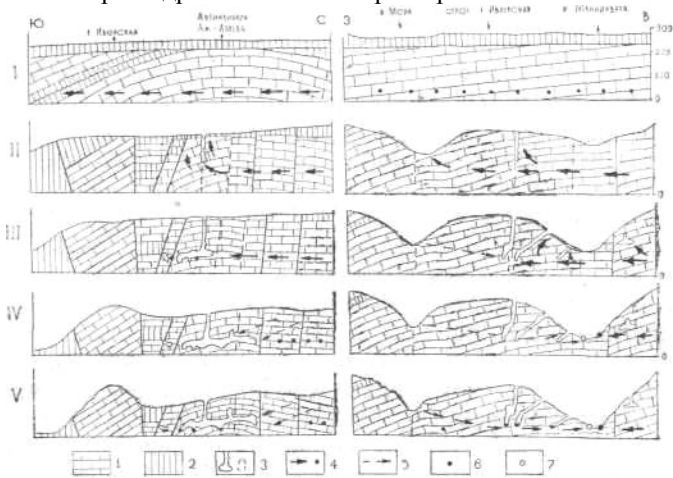


Рис. 4. Схема формирования Новоафонской пещеры. Этапы закарстования структуры: I — средний плиоцен, II — поздний плиоцен, III — ранний плейстоцен, IV — средний плейстоцен, V — поздний плейстоцен — голоцен. 1 — известняки, 2 — некарстующиеся породы; 3 — полости: а — известные, б — предполагаемые; 4 — направление потока минеральных вод: а—в плоскости чертежа, б — перпендикулярно плоскости чертежа; 5 — направление потока пресных вод; 6 — источники минеральных вод; 7 — источники пресных вод

В позднем плейстоцене-голоцене долины рек врезаются до современного уровня. Новоафонская пещера вступает в субэральную стадию развития. Нижняя часть пещеры продолжает периодически подтапливаться, так как сифонные каналы, некогда проработанные восходящими потоками термальных вод, не могут пропустить скоростные инфлюационные потоки пресных холодных вод. Интенсивному закарстованию в зоне смешивания пресных и минеральных вод подвергаются левый берег и днище р. Мааниквара. Закарстование имеет сезонный характер. Абсолютный минимум ионного стока отмечается в осеннюю межень (336 г/с), абсолютный максимум — в период весеннего снеготаяния (1314 г/с). В теплый

период (с 16. IV по 15. XI) выносятся 53% минеральных веществ, в холодный — 47. Химическая денудация для района Новоафонской пещеры составляет 43,6 мм за 1000 лет, причем 55% ее приходится на термальные воды. «Холодная» карстовая денудация составляет всего 19,4 мм за 1000 лет.

Крым. Горный Крым считается классической областью развития «холодных» карстовых полостей. Между тем здесь обнаружены явления, характерные для гидротермокарстового (вероятно, мел-палеогенового) этапа его развития. К их числу относятся мощные (до 12 м шириной) кальцитовые жилы на Карабийском и Чатырдагском массивах. Близ них располагаются шахты-поноры Молодежная, Гвоздецкого, Ход Конем, вскрывшие на глубине до 260 м от поверхности древние карстовые полости с исландским шпатом. Они выполнены желто-бурой глиной, содержащей отдельные кварцевые зерна. Друзы и кристаллы исландского шпата достигают в длину 15 см. Они имеют скаленоздрический облик, температура образования превышает 50° С [16]. Вероятно, в это же время образовались жилы ангидрита в верхнеюрских известняках, песчаниках и конгломератах Ай-Петринского массива [13] и баритовые конкреции в альбских глинах у Тополевки [1]. Можно предположить, что реликтом древнего гидротермокарста является пещера Карани на Карабийском массиве. Она состоит из одного зала с размерами по длинным осям 40 и 60 м, имеющего вид перевернутой чаши. Удельный объем полости 2000 м³/м. Пещера вскрыта более молодой карстовой воронкой.

Изложенное позволяет заключить о необходимости изучения современных древних гидротермокарстовых полостей для восстановления особенностей палеогидрогеологии Альпийской складчатой области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбач Л. П., Шехоткин В. В. Баритовые конкреции из альбских отложений Восточного Крыма. — В кн.: Вопросы минералогии осадочных образований. Львов, 1966, вып. 6, с. 211—215.
2. Дублинский В. Н., Тингилов З. К., Еремин В. И. и др. Гидрогеологические особенности и происхождение Новоафонской пещеры.— В кн.: Природа и хозяйство Грузии. Тбилиси, 1977, с. 40—45.
3. Качарава Д. В., Габечавва Д. Ш. Гидротермокарст западного погружения Грузинской глыбы.— В кн.: Гидрогеология и карстозедение. Перм. ун-т, 1975, вып. VII, с. 205.
4. Кесслер Х. Подземные водотоки карстового района Аггтелек. В кн.: Гидрогеология и карстозедение. Перм. ун-т, 1964, вып. 2, с. 188—197.
5. Макаренко Ф. А. Гидрогеологический анализ травертинов Пятигорска.— В кн.: Тр. лаборатории гидрогеологических проблем. М, 1951, т. X, с. 86—97.

6. Максимович Г. А. Основы карстологии. — Пермь, 1969, т. II.
7. Маматкулов М. М., Атаджанов И. И. О гидротермальных отложениях карстовых полостей Узбекистана и прилегающих территорий.— В кн.: Гидрогеология и карстология. Перм. ун-т, 1975, вып. VII, с. 206—213.
8. Огильви А. Н. О гидрогеологических условиях происхождения мацестинских минеральных вод и об их каптаже. — В кн.: Курорт Мацеста. М., 1928, с. 12—16.
9. Пастушенко Ю. Н. Стадии тектонического развития артезианских бассейнов Черноморского побережья Кавказа. — В кн.: Докл. Сочинского отделения геогр. об-ва СССР. Л., 1968, вып. 1, с. 17—24.
10. Пэк А. А. Гидротермальная система: уровни исследования и граничные условия процесса. — В кн.: Тр. Ин-та геологин и геофизики Сибирского отделения АН СССР. Новосибирск, 1976, вып. 293, с. 46—58.
11. Султанов З. С. К минералогии карстовых пещер Хайдаркана.— В кн.: Вопросы карстологии. Перм. ун-т, 1970, вып. 2, с. 127—129.
12. Султанов З. С. Карст междуречья Шахмардан-Исфара (южная Фергана) и закономерности его развития. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. геолог.-мин. наук. Ташкент, 1972.
13. Супрычев В. А., Шутов Ю. И. Первая находка гидротермального ангидрита на Украине. — В кн.: Докл. АН УССР, Киев, 1967, сер. Б, № 8, с. 699—703.
14. Събев Д. Гигантска пропаст в недра на Родопите. — В кн.: Родопски пещерняк. Чепеларе, 1970, № 50, с. 21—34.
15. Тинтилозов З. К. Анакопийская пропасть. Тбилиси, 1968.
16. Ширица А. С. Сравнительная характеристика карбонатов Крыма поверхностного и глубинного генезиса. — В кн.: Углерод и его соединения в эндогенных процессах минералообразования. Львов, 1975, с. 71.
17. Якуч Л. Морфологические и эволюционные типы карста Венгрии. — В кн.: Acta geographica, Szeged, 1977, t. XVII, s. 65—103.
18. Dzulinski S. Hydrothermal karst and Zn-Pb sulfide ores.— Roszn. polsk. tow gcol. Krakow, 1976, n. 1—2, p. 217—230.
19. Kunsky J. Termomineral karst and kayes of Zbrasov. — Zhorn. Zemcpisne Ceskoslovenske spoletnosti, 1957, t. 62, p. 67 — 72.
20. Maksimovich G. A. Hydro-thermal karst. — Resumes de communications IV Congres Intern. de speleol. Ljubljana, 1965, p. 41.
21. Martel E. A. La Cote D'Azur Russe (Riviera du Caucase). P.. 1909, p. 241.

УДК 551.442

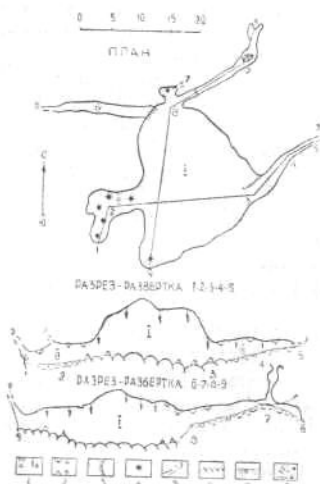
Л. В. Демин

Дальневосточный политехнический институт
ПЕРВАЯ СИНЕГОРСКАЯ ПЕЩЕРА

Пещера Первая Синегорская находится в Приморском крае, на 35 км северо-западнее г. Арсеньева. Вход в пещеру в виде колодца глубиной 13 м расположен на дне небольшой воронки диаметром до 3 м. Пещера заложена в мраморах нижнекембрийского возраста. Ниже входа

пещеры, по склону сопки, находятся карстовые воронки диаметром до 20 м. Уровень входа выше уровня местного водотока примерно на 150 м.

Входной колодец пещеры расширяется в небольшой зальчик диаметром до 3 м, из которого на север идет ход, понижающийся под углом 25° и заканчивающийся через 8,6 м двумя тупиками. По потолку хода просматриваются две тектонические трещины (рисунок).



Пещера Синегорская
Первая: I — зал Глыбовый, II — зал Каминный, III — ход Брчков, IV — ход Глиняных Пизолитов; 1 — кораллиты, натечные коры (а) и капез (б); 2 — сталактит (а), сталагмит (б); 3 — резкое понижение полости, обрыв; 4 — органная труба, камин; 5 — непроходимый для человека ход; 6 — глыбы, упавшие со свода; 7 — суглинок с обломками породы; 8 — проекция вертикального хода (а) и граница освещенной части пещеры (б)

В юго-западном направлении ход из зальчика понижается сначала под углом 30° на протяжении 13,5 м, а затем под углом 60° и приводит в зал Глыбовый. Высота его до 15 м, ширина до 30 м, длина 32 м. В плане зал имеет вид равностороннего треугольника. Потолок зала напоминает свод. На потолке видны свежие следы обвалившихся глыб. Сталактиты и другие натечные образования в центральной части потолка отсутствуют, но расположены на периферии. Глыбы размером до $5 \times 4 \times 3$ м покрывают пол зала. На них замечены сталактиты диаметром до 10—15 см, высотой до 20 см. В центре потолка происходит отрыв глыб, что вызвано либо формированием свода, либо сейсмической активностью района. Однако этот вопрос не изучался. Зал Глыбовый соединяется непосредственно с залом Каминный и небольшим зальчиком. Из него ведут два хода — Глиняных Пизолитов и Брчков. Ход Глиняных Пизолитов начинается четырехметровым уступом. Он заложен по тектонической трещине с азимутом простирания 90° , углом падения 80° . Длина хода 13 м, сечение его треугольное. На полу видны следы водотока. Пол

покрыт темно-серой глиной, среди которой обнаружены конкреции плотной красно-коричневой

глины различной формы размером до 3×2×1 см. Подобные образования встречаются только в пещерах Соляник [1] и Сумган-Кутук [2].

Ход Брчков имеет длину 22 м. Расположен в восточной части зала. На полу хода распространены сталагмиты диаметром до 10—15 см, высотой до 20 см. На потолке множество сталактитов и брчков длиной до 30 см, стены покрыты натечными корами желто-белого цвета.

Зал Каминов находится в западной части зала Глыбового. Длина его до 10 м, ширина до 4 м. Потолок зала состоит из каминов высотой до 70 м, где наблюдаются единичные сталактиты длиной до 20 см. На стенах зала зафиксированы натечные коры и кораллиты.

В северо-западной части зала Глыбового находится небольшой зальчик размером 4×2 м. На его стенах встречаются кораллиты, в северной части зафиксирован камин высотой до 6 м.

Длина ходов пещеры 170 м, глубина 30 м, амплитуда 30 м. Пещера представляет интерес как природный памятник и подлежит охране.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берсенеv Ю. И., Дёмин Л. В. Глубочайшая полость Приморского края. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1974, вып. 14—15.

2. Лобанов Ю. Е., Голубев С. И. Необычные образования из глины в пещере Сумган-Кутук. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1970> вып. 8—9.

УДК 551.442

Е. В. Коврижных

ЛО ПромтрансНИИпроект

И. И. Саенко

Ленинградский университет

В. М. Голод

Ленинградский политехнический институт

КАРСТОВЫЕ ЛОГА — ВСКРЫТЫЕ ПЕЩЕРЫ БЕЛОМОРСКО-КУЛОЙСКОГО ПЛАТО

Карстовые лога являются наиболее характерной крупной формой карстового ландшафта юго-восточной части Беломорско-Кулойского плато [5, 7]. Их протяженность от 1 до 16 км, ширина от 10 до 500 м, глубина вреза до 80 м. Спелеологическое обследование более 20 логов с 1966 по 1978 г.

[7] позволило установить их тесную связь с пещерами (табл. 1), поэтому анализ происхождения логов и их роли в общей эволюции ландшафта особенно важен.

Карстовые лого не были достаточно освещены в литературе по сульфатному карсту [9, 10]. Ряд суждений о принципиальных особенностях развития карстовых логов рассматриваемого района не подтверждается данными, накопленными ленинградскими спелеологами.

Таблица 1

Карстовые лого Беломорско-Кулойского плато

Пещерный район	Лог	Протяженность логов, м	Количество пещер	Общая протяженность подземных ходов, м	Длина крупнейших пещер, м
Голубинский	Святой	800	7	430	—
	Тараканий	1500	6	2050	Голубинский провал (1150)
	Пехоровский	5000	2	120	—
	Северный	4000	8	300	—
	Летний	5000	10	2000	п. Е-5 (900)
	Карьяла	7000	12	2200	Б. Холодильник (900)
Березниковский	Голубинский	2000	5	1350	п. 140 (980)
	Великий (Городище)	1700	6	3200	Пинежская им. А. С. Терещенко (2300)
	Безымянный (на р. Белой)	200	1	2300	Северянка (2300)
Соткинский	Визгунов	4000	3	1300	Громковка (1100)
	Котбой	1200	2	70	—
	Ленинградский	3000	2	5400	Ленинградская (3400)
	Белореченский (Железные ворота)	16000	15	6300	Белореченская (4900)

Формы карстового рельефа, подобные карстовым логам Беломорско-Кулойского плато, описаны в литературе [1—3, 6, 8, 11], однако их идентификация затруднена разнообразием терминологии (лога, суходолы, слепые и полуслепые долины,

провальные поля и т. д.) и отсутствием четкой генетической классификации форм различного типа карста.

Карстово-спелеологическое изучение логов описываемого района позволило выделить их основную особенность — тесную генетическую связь с подземными формами карста, обусловленную общей эволюцией карстового рельефа данного района (табл. 2).

Указанные в табл. 2 эволюционные карстовые формы выделены из всего многообразия карстопроявлении по принципу генетической взаимосвязи, предполагающей последовательное развитие форм от исходных (карры, трещины) до конечных (поля) при длительном устойчивом положении базиса эрозии. Основой для выделения соответствующего этапа карстового процесса послужила совокупность ведущих эволюционных поверхностных и подземных форм, возникающих под действием главных на данном этапе факторов развития карстового рельефа (коррозия, эрозия, гравитация) в зависимости от преобладающего характера карстообразующего стока. Название этапа обычно отражает название появившихся форм, наиболее существенных для последующего развития ландшафта.

На ранней стадии карстового процесса преимущественно распространены коррозионно-эрозионные поверхностные формы, возникающие под действием поверхностного стока, который преобразуется по мере развития рельефа из рассеянного в концентрированный. Зрелую стадию отличает преобладающее развитие подземных карстовых форм (пещер) под влиянием концентрированных потоков. Важной особенностью гипсовых пещер рассматриваемого района является короткий галерейный этап и быстрый переход к этапу обвальных залов [7] в результате нарушения устойчивости вмещающего массива при достижении критических размеров и формы поперечного сечения подземных галерей. Этот процесс сопровождается возникновением новых поверхностных форм — сначала линейно ориентированных цепей провальных воронок, а затем многочисленных провалов.

Слияние поверхностных и подземных форм на этапе вскрытия пещер приводит к образованию крупномасштабных комплексных форм — карстовых логов.

Дальнейшая проработка логов происходит как вглубь — за счет преимущественного развития сифонной зоны, так и вширь — под влиянием прибортовых гравитационных процессов. Обрушение гипса вызывает поперечное смещение потока, протекающего по дну молодого лога, что способствует формированию туннелей в основании бортов.

Таблица 2

Схема эволюции гипсового карста Беломорско-Кулойского плато

Периоды карстового процесса			Преобладающий характер карстообразующего стока		Ведущие карстовые формы		Основные факторы формирования карстового рельефа
цикл	стадия	этап			поверхностные	подземные	
(I II,...)	юная	карров	поверхностный	рассеянный	карры	трещины	коррозия
		воронки		сосредоточенный	воронки	щели	коррозия, эрозия
		ложбин		концентрированный	ложбины	каналы	эрозия, коррозия
	зрелая	пещерно-галерейный	подземный	концентрированный	цепи ложбин	галереи	эрозия, коррозия
		пещерно-обвальный			провалы	обвальные залы	эрозия, коррозия, гравитация
		вскрытых пещер			карстовые лога (вскрытые пещеры)		гравитация, эрозия, коррозия
	дряхлая	полюев	поверхностный	сосредоточенный	поля		эрозия, коррозия
		денудационной равнины		рассеянный	денудационная равнина		коррозия

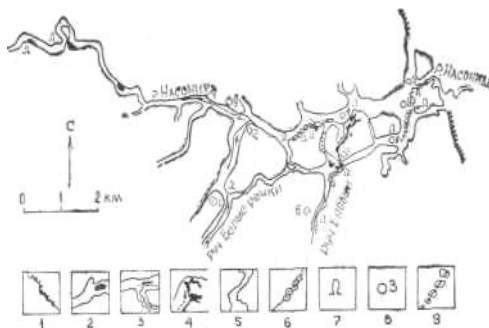
Затем происходит их последовательное обрушение и расширение лога. На окружающем лог участке сосредоточивается рассеянный сток и образуются вторичные (наложенные) карстовые формы (желоба стока, карстовые цирки, воронки, ложбины, пещеры). При стабильном базисе эрозии этот процесс обуславливает формирование обширных депрессий типа полей, аналогичных депрессиям в Кишертско-Суксунском районе [3]. На Беломорско-Кулойском плато подобные формы представлены лишь небольшими участками отдельных наиболее старых, разработанных логов (устьевая часть логов Северного, Мосеева и Пехоровского).

Приведенная схема эволюции гипсового карста (табл. 2) предполагает прерывность и сменяемость карстовых циклов при изменении базиса эрозии.

Исследование различных участков логов Беломорско-Кулойского плато позволяет выявить этапы вскрытия подземных полостей и целых пещерных систем в процессе их преобразования в лог и дальнейшего развития лога в карстовое поле [7].

В верховьях многих логов и их отрогов зафиксированы карстовые ложбины той или иной степени проработанности, в которых поверхностные потоки через поноры в днищах уходят под землю, непосредственно разрабатывая подрусловые полости. Подземные каналы и галереи, образованные магистральными потоками, установлены спелеологически или с помощью окрашивания потоков в наиболее молодых участках

Белореченский карстовый лог (Железные ворота): 1 — уступ, 2 — озеро на дне лога, 3 — водоток на поверхности, 4 — пещера Белореченская (4900 м) с подземным водотоком, 5 — сухое русло, 6 — глыбовый навал, 7 — входы пещер, 8 — номер пробы воды на химический анализ (см. табл. 3), 9 — система карстовых мостов и арок по течению руч. Безымянного



ряда логов. Обводненный пещерный туннель протяженностью более 4000 м, образованный Еловым ручьем и Белой речкой (рисунок), в значительной части пройден зимней спелеологической экспедицией в 1977 г. Окрашивание потока

р. Карьялы с расходом 400 л/с позволило в четырех точках проследить подземное русло реки на протяжении более 7 км.

Характерные провальные «окна» и многочисленные колодцы, вскрывающие подземные галереи, а также образующиеся после обвалов карстовые арки и мосты отмечены практически во всех логах. Отдельные участки в верховьях логов представляют собой неглубокие каньоны, сплошь заваленные глыбами гипса (размером до 4—6 м) в результате полного обрушения сводов, перекрывающих магистральный поток. Местами (Визгунов лог, Карьяла и т. д.) сохранились остатки первичных галерей и залов высотой до 6—8 м и поперечником от 5 до 8—10 м, а также участки днища поверхностных ложбин, приподнятых над современным дном лога на 5—6 м (Визгунов, Тараканий лог, Карьяла).

Утверждение авторов [5] о том, что в большинстве логов отсутствуют водотоки, требует уточнения. В Белореченском логу (рис.) система водотоков, проработавших как основное древнее русло в широтном направлении, так и более молодые отроги в меридиональном, отчетливо прослеживается на поверхности. Аналогичная картина наблюдается в логах Святого ручья и Великом (Городище) [7]. Наряду с обводненными имеются также сухие участки логов, потоки которых ушли под борта лога (лог Святого ручья, Тараканий и т. д.) или проработали независимую прибортовую систему трещин, имеющих направление тектонически ослабленной зоны, в которой сформировался лог.

Подобная картина характерна для большинства логов, находящихся на более зрелых стадиях развития, — Пехоровского, Карьялы, Северного и т. д. Скрытые водоносные системы обнаружены в логах Пехоровский и Карьяла, которые имеют вид сухих логов, путем окрашивания потоков, уходящих под землю в их верховьях. Кроме того, в ряде пещер, вскрывающих подземное русло р. Карьялы, а также в Великом и Пехоровском логах существует сифонная зона, развитая ниже уреза воды в пещерных водоемах на 5—8 м. Несомненно, сифонное питание имеет большинство озер, расположенных на дне логов (Белореченского, Северного, Карьялы, Великого и др.) В устье ряда логов находятся пещеры-источники и воклюзы с расходом воды до 400 л/с.

Таким образом, важной особенностью карстовых логов Беломорско-Кулойского плато является наличие концентрированных водотоков, берущих начало на участках перекрытия гипсов толщей относительно водоупорных терригенных пород верхней перми. Верховья большинства крупных логов приурочены к местам поглощения этих потоков гипсовой толщей [7].

Таблица 3

Меженный состав поверхностных и подземных вод Белореченского лога (август 1975 г.)

Проб а	Водосток	Место взятия пробы	Расход потока, л, с	Химический состав, мг/л		Общая минера- лизация, мг/л
				Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	
1	руч. Белые речки	На поверхности в южном плече лога	110	98	412	704
2	»»»	На поверхности перед слиянием с р. Насонихой	—	548	1204	1937
3	р. Насониха	На поверхности перед слиянием с руч. Белые речки	380	380	944	1430
4	»»»	Перед уходом под землю у пещеры ЖВ-50	235	588	1440	2272
5	»»»	Па поверхности в устье лога	4£0	578	1490	2354
6	руч. Еловый	На поверхности перед уходом в попор	16	470	1130	1811
7	»»»	В пещере ЖВ-51 (Белореченской)	—	559	1227	1966
8	руч. Безымянный (в систе- ме мостов и арок)	После выхода на поверхность	416	558	1390	2176
9	»»»	Па поверхности перед уходом под землю в устье лога	700	598	1395	2194

Об активной проработке ими подземного русла свидетельствуют результаты исследования (табл. 3) химического состава подземных потоков Белореченского лога (рисунок). Их сульфатно-кальциевая и общая минерализация существенно повышается в направлении потока, что соответствует в среднем подземному градиенту насыщения 30—50 мг/л на 1 км длины потока.

Приведенные сведения позволяют сделать вывод об активном протекании в «сухих» логах современных карстовых процессов, противоположный утверждению о том, что карстовые лога принадлежат «конечной стадии карстовой денудации» [5]. В целом лога Беломорско-Кулойского плато являются сложными комплексными макроформами, возникающими на зрелой стадии развития карста в результате развития взаимосвязанных поверхностных и подземных форм в линейных тектонически ослабленных зонах при наличии предпосылок формирования концентрированных водотоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздецкий Н. А. Карст. М., 1954.
2. Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практика. М., 1972.
3. Горбунова К. А. Особенности гипсового карста. Пермь, 1965.
4. Коврижных Е. В., Сабуров Д. Н. и др. Эволюция форм гипсового карста (на примере Беломорско-Кулойского плато). — В кн.: Гидрогеология и карстование. Перм. ун-т, 1975, вып. 7.
5. Левин С. А., Торсуев Н. П. Карстовые лога в сульфатных и сульфатно-карбонатных формациях Севера Русской равнины. — В кн.: Гидрогеология и карстование. Перм. ун-т, 1975, вып. 7.
6. Максимович Г. А. Основы карстологии. Пермь, 1963, т. 1.
7. Пещеры Пинега-Северодвинской карстовой области. Географическое общество СССР. Л., 1974.
8. Рыжиков Д. В. Природа карста и основные закономерности его развития. — Научн. тр. / Горно-геолог. ин-т. М., 1954, вып. 21.
9. Торсуев Н. П. Распространение карста на севере Русской равнины. — Географический сб. Казань, ун-т, 1967, вып. 3.
10. Чикишев А. Г. Карст Кулойского плато. — В кн.: Вопросы изучения карста Русской равнины. М., 1966.
11. Чикишев А. Г. Карст Русской равнины. М., 1978.

УДК 551.44

Ю. Л. Зимельс Гипрогражданпромстрой **ПЕЩЕРЫ ТЕРНОПОЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

В 1878 г. А. Грушецкий издал кадастр пещер «От Карпат до Балтики» [4], включающий краткое описание четырех пещер

Таблица 1

**Морфометрические показатели пещер Тернопольской области
(на 1 января 1981 г.)**

Кадастровый номер	Пещера	Литология	Длина, м	Площадь, м ²	Объем, м ³	исследователь
Подольско-Буковинская карстовая область						
Приднестровский район						
1	Голубые озера	Г	104500	240000	700000	ТСС
2	Оптимистическая	Г	147000	185500	420000	ЛСС
3	Кристалльная	Г	22000	35000	101000	ИМП, ТСС, КСС
4	Млынки	Г	17000	345000	54000	ТСС
5	Вертеба	Г	7820	23000	77000	ТСС
6	Угрынская	Г	2120	4250	7700	ИМП, КСС
7	Днестр-2	Г	20	24	12	ТСС
8	Юбилейная	Г	1500	1475	3520	ТСС
9	На Хомах	Г	126	90	110	ТСС
10	Глинка-1	Г	27	17	15	ИМП, ТСС
11	Глинка-2	Г	207	218	214	ТСС, КСС
12	КСП-39	Г	102	240	140	ТСС
13	КСП-40	Г	12	16	16	ТСС
14	Двух озер	Г	57	30	20	ТСС
15	Катоб	Г	110	150	170	ТСС, КСС
17	Легенд	Г	78	85	12	ТСС
18	Млыночки-1	Г	16	30	60	ТСС
19	Медвежья Яма-1	Г	20	20	20	ТСС
20	Пятерых	Г	60	120	370	ТСС
21	СК-34	Г	34	45	50	ТСС
22	Ровная Скала	Г	16	10	8	ТСС
23	Т-2	Г	14	9	14	ТСС
24	КСП-41	Г	39	27	50	ТСС
26	Порохова	Из	12	55	80	ТСС
29	Будничная	Г	31	50	60	ТСС
30	Т-9	Г	35	200	300	ТСС, Т

Продолжение табл. 1

Кадастровый номер	Пещера	Литоология	Длина, м	Площадь, м ²	Объем, м ³	исследователь
31	Улашковцы	Г	94	120	300	ТСС
32	Языческая	Г	28	50	70	ТСС
33	С-2	Из	17	20	40	ТСС
34	Синяковская	Из	75	88	16	Т, ТСС
35	Гном	Из	75	187	467	ТСС
36	Чертковская	Из	55	300	900	ТСС
37	Выгнанка	Из	15	60	150	ТСС
39	Средняя	Г	135	195	350	ТСС
40	Тымкова Скала	Г	1500	4200	4400	ТСС
51	Летяча	Г	26	26	26	ТСС
52	Надежда	Г	60	40	60	КСС
53	Схимник	Г	15	40	80	ТСС
54	Медвежья Яма-2	Г	200	200	300	ТСС
55	Гигант	Г	22	32	60	ТСС
	Итого		305337	530760	1342230	
Восточно-Подольская карстовая область						
Кременецкий район						
41	КР-1	Из	17	40	30	ТСС
42	КР-2	Из	17	103	200	ТСС
43	КР-3	Из	42	180	320	ТСС
44	КР-4	Из	242	1800	2240	ТСС
45	КР-5	Из	20	45	80	ТСС
46	КР-6	Из	54	150	290	ТСС
47	КР-7	Из	26	120	200	ТСС
48	КР-8	Из	42	72	120	ТСС
49	КР-9	Из	14	50	65	ТСС
50	КР-10	Из	23	100	103	ТСС
	Итого		497	2660	3648	

Окончание табл. 1

Кадастровый номер	Пещера	Литология	Длина, м	Площадь, м ²	Объем, м ³	исследователь
16	Жемчужная	Из	200	300	500	ТСС
25	Богут-1	Из	11	8	6	ТСС
28	Довбушева	Из	190	500	1300	ТСС
38	Довбушева-2	Из	34	96	230	ТСС
	Итого		435	904	2056	
	Всего	55	306269	534324	1347908	

Примечания: Г — гипсы; Из — известняки; ТСС — Тернопольская секция спелеологии; ИМР — Институт минеральных ресурсов Министерства геологии УССР, г. Симферополь; ЛСС — Львовская секция спелеологии; КСС — Киевская секция спелеологии; Т — Татаринов К. А.

Тернопольской области. Однако к моменту образования Тернопольской секции спелеологии (1960 г.) список пещер не пополнился.

Благодаря деятельности спелеологов Тернополя, Львова, сотрудников ИМР МГ УССР в 1960—1970 гг. был открыт целый ряд крупнейших пещер СССР. Итоги исследований этого периода подведены В. Н. Дублянским, Б. М. Смольниковым [1], В. А. Радзиевским [3].

В последние годы продолжается интенсивное изучение пещер. По сведениям М. П. Савчина, общая протяженность пещеры Оптимистическая достигла 147 км. В 1977 г. пещеру Оптимистическую соединили с пещерой Ветровой, которая к тому времени имела протяженность более 6 км. В пещере Голубые озера выполнена топографическая съемка 104,5 км ходов. В 1975—1977 гг. вода в пещере поднялась более чем на 2 м, затопив большую часть лабиринта.

В пещере Кристальная группа Б. М. Максимова обнаружила второй вход — через известную ранее пещеру Малая. Во время пересъемки пещеры были выявлены новые районы, и длина ее увеличилась до 22 км. В пещере Млынки также открыт новый район, и длина пещеры достигла 17 км.

Новой карстовой полостью Тернопольской области является пещера-русло подземного потока Тымкова Скала, длина исследованной части которой достигла 1,5 км. Дальняя часть пещеры закрыта сифонами.

В кадастр пещер Тернопольской области включены пещеры длиной более 10 м. В схеме карстологического районирования УССР, предложенной Б. Н. Ивановым [1], выделен дополнительно Кременецкий район. Морфометрические показатели пещер сведены в табл. 1. По протяженности [2] различают пещеры громадные — 2, большие — 6, небольшие — 47.

Пещеры Приднестровского района находятся на площади менее 1000 км², поэтому плотность пещер, определенная по методу Г. А. Максимовича [2], составляет 41, а густота — 305337. При морфологической характеристике лабиринтов по категории сложности за основу принято количество разветвлений ходов (табл. 2).

Таблица 2

Классы сложности пещер Тернопольской области

Класс сложности	Количество разветвлений, ходов в пещере	Количество пещер
1	Менее 10	42
2	10—100	5
3	101—1000	4
4	1000—10000	2
5	Более 10000	2

ЛИТЕРАТУРА

1. Дублинский В. Н., Смольников Б. Н. Карстолого-геофизические исследования карстовых полостей Приднестровской Подолии и Покутья. Киев, 1969.
2. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963, т. 1.
3. Радзиевский В. А. Путешествие в подземную сказку. Львов, 1973.
4. Gruszecki A. O. Jaskiniach na pczestzeni od Karpat po Baityk 1878, t. IV.
5. Razaczyncki L. Hislorial naturalis curiosas Regni Polonial.— Mash dolithani amixanib provinciarum Sandomirial, 1721.

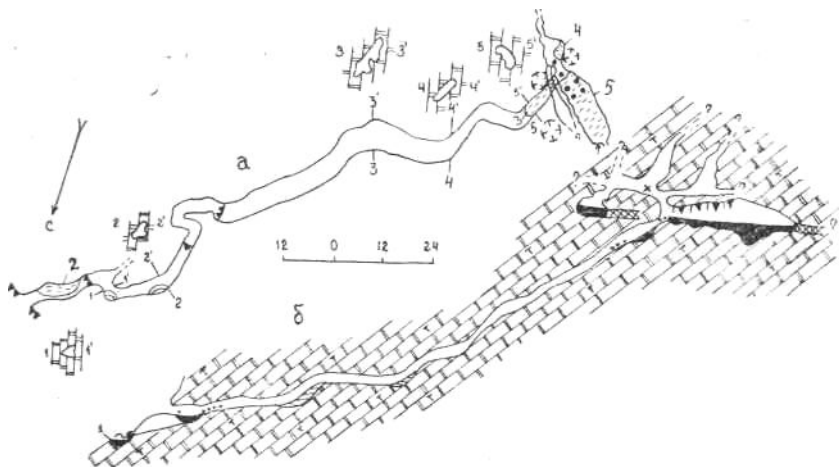
М. М. Маматкулов, И. И. Атаджанов
ГИДРОИНГЕО
ПЕЩЕРА УЗБЕКГИДРОГЕОЛОГИЯ

В Западном Тянь-Шане нами изучено более 500 карстовых пещер [1, 4], разнообразных по морфолого-морфометрическим показателям. Они зафиксированы почти на всех участках, где развиты известняки и, реже, доломиты нижнего карбона, максимальная мощность которых 4500 м. Угамский хребет отличается наиболее благоприятными условиями для карстообразования. Водораздельные участки имеют вид всхолмленного плато. Карбонатные породы хребта характеризуются чистой (содержание растворимых компонентов колеблется от 98,9 до 99,5%), сильной раздробленностью, трещиноватостью. Большая часть карстовых форм, в том числе крупные пещеры, обычно приурочена к зонам герцинских региональных тектонических нарушений, обновленных в альпийское и новейшее время.

В верховьях бассейна ручья Таныбердысай (левый приток р. Угам), в 12 км к северо-востоку от селения Хумсан, в 1977 г. совместно с Крымскими спелеологами (руководитель А. Ф. Козлов) исследована новая многоэтажная пещера, названная Узбекгидрогеология. Она относится к наиболее крупным полостям в Западном Тянь-Шане.

Вход в пещеру расположен на левом склоне долины ручья Таныбердысай, в доломитах визейского яруса нижнего карбона, падающих под углом 60° на север. Среднее содержание в породах СаО — 29,72; MgO — 21,20; SiO₂ — 1,06%.

Пещера относится к коррозионно-эрозионному классу, к типу пещер-источников [2]. Она состоит из четырех этажей и имеет довольно сложную конфигурацию. Основные ходы заложены вдоль субмеридиональных тектонических разломов (см. рис.). Характер продольных профилей пещеры резко меняется в местах пересечений трещин. В толстослоистых доломитах преобладают узкие восходящие трещинные ходы. В сводах четвертого этажа наблюдается несколько вертикальных коррозионных каналов колоколообразной формы (карстовые колодцы) шириной до 5 м и высотой до 18 м, в прошлом соединявших пещеру с поверхностью водораздела. На стенах и полу щелевидных проходов обнаружены следы водных потоков (карнизы, эрозионные уровни, вторичные врезь: и др.), а также карроподобные микроформы. Дно карстовой полости не имеет выдержанного уклона.



План (а) и продольный разрез (б) пещеры Узбекгидрогеология

Дальняя часть (третий этаж) пещеры представляет собой сифонный канал, заложенный по взаимно перпендикулярным трещинам. Стены полости местами покрыты натечками в виде драпировок и каскадов мощностью до 1 м. Потолок третьего этажа богато украшен конусообразными сталактитами. Исследование поперечного среза одного из сталактитов показало, что центральная часть его сложена прозрачными зернами кальцита изометричной, неправильной и удлинненно-вытянутой формы размером 0,05—0,5 мм, реже 1,0—2,0 мм. Здесь же наблюдаются бесформенные скопления органического вещества. В периферическом слое развита радиально-лучистая структура. Зерна кальцита вытянутой формы с зазубренными контурами. Этими зазубринками кристаллы внедряются друг в друга. Размер зерен кальцита 1,0—5,5 мм, реже 0,1—0,8 мм. Среди кристаллически-зернистой массы выделяется множество тонких прослоек пелито-морфного кальцита, иногда пропитанных органикой, образующих четко выраженную концентрически-слоистую текстуру.

По химическому составу натечные образования близки к вмещающим известнякам. Химический анализ трех образцов, выполненный в ЦХЛ МГ УзССР дал следующие результаты (в %): CaO — 44,1—55,0; MgO — 0,9—1,0; MnO < 0,01—0,05; Fe₂O₃ — 0,05—1,84; Al₂O₃ < 0,10—4,16; SiO₂ — 0,24—11,52; TiO₂ < 0,01—0,16.

В пещере широко развиты песчано-глинистые отложения и окатанные гальки.

Пещера в привходовой части имеет двухэтажное строение и два входа, которые расположены друг над другом. Превышение верхнего основного входа над нижним щелевидным около 10 м. В сентябре 1977 г. в привходовой части главного входа пещеры (второй этаж) протекал небольшой ручей, уходящий в понор. Далее он появлялся из щелевидного входа первого этажа пещеры.

Пещерная речка начинается из щели второго этажа в 6 м, на нижнем в 16 м от входов. Она питается, вероятно, водами озер третьего этажа. У входов образовались небольшие проточные озера. В обследованной части пещеры всего пять озер длиной до 19 м. Три из них, коррозионные котловинные, расположены в понижениях коридоров третьего этажа, глубина их не превышает 4—4,5 м. Озера заканчиваются обводненными ходами. Узкий сифонный канал в конечной части озера 5 заполнен водой и продолжается к югу. В этом направлении щелевидные продолжения пещеры прослежены на плато, где в известняках приразломных зон была обнаружена цепочка поноров, колодцев, шахт, коррозионных и провальных воронок. На склонах некоторых карстовых воронок зафиксирована пористая (30—35%) гётит-гематитовая порода (поры — 0,02—1,5 мм).

В межень вода, поступающая из карстового сифона озера, проходит через пещеру, исчезая в ряде поноров, и вытекает из нижнего щелевидного входа. В паводок второй сифон третьего этажа не может пропустить всю поступающую воду, ее уровень поднимается на несколько метров (о чем свидетельствует глина на стенках) и вода течет через верхний основной ход к входу, образуя шумный нисходящий поток. Значительная скорость движения карстовых вод данного массива обеспечивает быстрое прохождение волны паводка и не способствует очищению вод от загрязнения. Плато от ранней до поздней осени служит местом пастбища: на склонах воронок, только что освободившихся от снежного покрова, даже летом растет пышная трава. Иногда некоторые колодцы и шахты массива, связанные с пещерой, используются чабанами под скотомогильники. Поэтому особое значение приобретают меры санитарной охраны области питания на плато.

По-видимому, пещера представляет собой часть водоносной системы, начинающейся в 1,6 км к юго-востоку небольшим понором в русле ручья Тезсай, где поглощается периодический водоток. Таким образом, воды подземной реки формируются в результате смешения инфильтрующихся атмосферных вод

(20% осадков), инфлюационных (80%), конденсационных и, возможно, поверхностных (ручей Тезай) с площади 1,53 км². В настоящее время закартировано 233 м этого уникального лабиринта с амплитудой 102 м, площадью 520 м² и объемом 2600 м³, где ширина ходов 1—7, а высота 0,5—10 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атаджанов И. И. Пещеры карбонатного карста Западного Тянь-Шаня и их практическое значение. — В кн.: Вопросы инженерной геодинамики. Тр. ГИДРОИНГЕО. Ташкент, 1975, вып. 1.
2. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты горного Крыма. Л., 1977.
3. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963, т. 1.
4. Маматкулов М. М. Карст Западного и Южного Тянь-Шаня. Ташкент, 1979.

УДК 551.442

А. В. Русских, В. В. Разборов, А. Д. Иванов, А. Н. Кизик Средневолжская комплексная геологоразведочная экспедиция **ПЕЩЕРЫ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Карст развит в южной части Кировской области. В основном он проявился в формировании воронок провального, суффозионного и коррозионно-суффозионного типов, карстовых озер глубиной 10—15 м.

Пещеры на территории Кировской области встречаются крайне редко. Они мало изучены. Наиболее известна пещера близ д. Зарамье в нижнем течении р. Немды (протяженность ее 10 м). Близкое расположение к жилью, большой грот диаметром 3 м, наполовину искусственно разработанный [6], делают ее легко доступной. В результате она находится в безобразном состоянии.

В 1974 г. в среднем течении р. Немды, на участке Чимбулт-Камень Вятско-Немдинского района [7] (Советский район) кировские спелеологи открыли 4 пещеры [5] общей протяженностью 166 м. Пещеры Холодная, Парадная, Сафроновская расположены на левом берегу р. Немды, вблизи д. Чимбулат, на отрезке в 800 м. Пещера Киров 600 находится на правом берегу р. Немды, напротив пещеры Холодная (рис. 1—3).

Пещеры образовались в известняках казанского яруса. На описываемом участке известняки перекрыты четвертичными суглинками мощностью 1,5—3,0 м. В верхней части разреза

мощностью 3—8 м наблюдаются известняки с прослоями мергелей, в нижней — пачка рифогенных известняков мощностью 15—20 м, имеющих массивную текстуру. По геофизическим данным [2] русло р. Немды на описываемом участке проходит по глинистым породам, высота залегания которых от уреза реки 5—7 м. Общая высота склона 45 м, ширина долины 450 м, ширина русла 30 м [4].

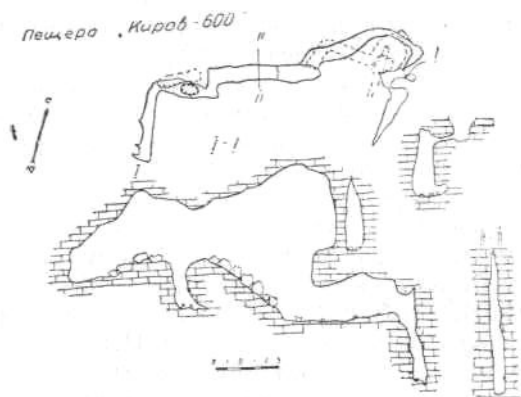


Рис. 1. План и разрезы пещеры Киров 600

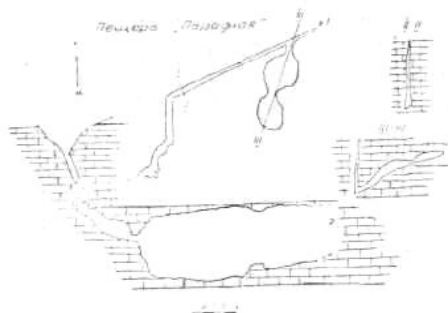


Рис. 2. План и разрезы пещеры Парадная

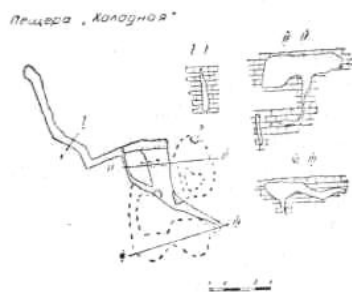


Рис. 3. План и разрезы пещеры Холодная

Входы всех четырех пещер находятся в днищах воронок и были искусственно вскрыты. Вход в каждую пещеру начинается колодецем. При вскрытии днищ воронок, глубина которых 5—6 м, отмечено, что проходимые поноры имели воронки со сферическим дном, воронки с конусообразным дном, как правило, положительных результатов не давали.

Значительные трудности возникают при прохождении пещер в верхней зоне известняков в силу их повышенной трещиноватости.

В средней и нижней частях пещер, в зоне рифогенных известняков, стены устойчивые. Обрушение верхней части известняков создало в пещерах ложную этажность.

Пещеры схожи по форме: это вертикальные трещины. Шероховатость стен, отсутствие следов выщелачивания [3] (за исключением потолочной части) позволяют отнести их к классу коррозионно-гравитационных [1].

Главные хода пещер ориентированы в северо-восточном направлении, в то время как боковые имеют субмеридиональное, что обусловлено приуроченностью карстового участка к юго-западному склону меридионально расположенной Кукарской брахиантиклинали. Наличие тектонических трещин не только определило положение пещер, но и отразилось на формировании русла р. Немды, которое имеет здесь частые изгибы северо-восточного и северо-западного направления. Основные хода пещер на карстовом участке Чимбулат-Камень расположены параллельно руслу реки. Пещеры, удаленные от бровки склона на 5—10 м (Киров 600, Сафроновская), имеют глубину 24—26 м, почти вертикальные стены полости, раскрытость трещин до 2 м. Пещеры прибровочной части отмечаются повышенной обвальностью. Пещеры (Парадная), удаленные от бровки склона на 300 м, имеют глубину 14 м, наклон стен 81° в сторону плато, раскрытость трещин 50—70 см. Стены таких пещер покрыты кальцитом толщиной до 10—15 см, в потолочной части встречаются сталактиты до 10 см. Пещеры (Холодная), удаленные от бровки склона на 300 м, имеют глубину 8 м, раскрытие трещин 40—50 см. Стены их мокрые, местами отмечены струйки воды; встречаются сталактиты коричневого цвета длиной 2—3 см.

Особенностью описываемых пещер является раскрытость полостей (вертикальных трещин основных ходов) снизу. Потолочная часть вертикальных трещин находится в зоне слоистых известняков. Слоистые породы в результате раскрытия трещин снизу носят ступенчатый характер.

В нижней части пещер обычно расположены гроты размером $2 \times 2 \times 1$ м, не характерные для трещин бортового отпора [3]. Гроты представляют собой полости, образовавшиеся в результате отрыва известняка по напластованию, при смещении и провале оторвавшейся массы.

Особенность раскрытия коррозионно-гравитационных пещер карстового участка Чимбулат-Камень и наличие гротов дают возможность усматривать причину образования таких пещер в активизации развития трещин бортового отпора, обусловленной развитием карстовых полостей в подошве склона на контакте глин и известняков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дублянский В. Н. Коррозионно-гравитационные пещеры и шахты горного Крыма. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1970.
2. Калиновский В. Г., Степанов П. К. Отчет о результатах электроразведочных работ в районе г. Советска Кировской области за 1975 г. Горький, 1976.
3. Лыкошин А. Г. Трещины бортового отпора. Бюл. Моск. об-ва испытателей природы, отд. геол., 1953, т. 28, вып. 4.
4. Петухова Н. М. О некоторых формах рельефа юга Кировской области. Учен. зап. /Киров. пед. ин-т, 1969, вып. 33.
5. Русских А. В., Кизик А. Карстовый участок Чимбулат. — В кн.: Вятка, Киров, 1975.
6. Ступишин А. В. Результаты изучения карстовых явлений летом 1960 г. в пределах Вятского Увала. — В кн.: Новости карстоведекия и спелеологии. М., 1963, № 3.
7. Чикишев А. Г. Карст Русской равнины. М., 1978.

УДК 551.442

А. Е. Курепин, Н. М. Никулин, Б. А. Шварц, Н. Л. Шварц
ЦНИИИТИ
ПЕЩЕРЫ ВЕРХНЕЯЛОМАНСКОГО КАРСТОВОГО
УЧАСТКА (АЛТАЙ)

Верхнеяломанский карстовый участок расположен в верховьях реки Большой Яломан, берущей начало на северо-восточном склоне Теректинского хребта. Впервые о карстовых явлениях на нем сообщила А. Н. Тупотилова [5], отметив высокую интенсивность развития поверхностных карстовых форм. Карст Теректинского хребта подробно описан в работах А. М. Маринина [2, 3, 4]. Он определил этот участок как классический пример развития поверхностного карста на Алтае.

Отсутствие сведений о наличии на участке подземных карстовых форм, при явном богатстве поверхностных, явилось причиной организации в августе 1977 г. экспедиции с целью поиска и исследования пещер на этой территории. В экспедиции участвовали спелеотуристы Бийска и Новосибирска, являющиеся авторами данного сообщения.

Карстующиеся породы Верхнеяломанского карстового участка представлены пластом выходящих на поверхность мраморизованных известняков. Поверхность пласта образует полузадернованное плато, полого падающее в северо-восточном направлении от водораздельной границы хребта под углом примерно 4°. Основной закарстованный участок плато лежит на высоте от 2100 до 1900 м. На нижней отметке из

борта плато выходит мощный карстовый источник Аржан, имеющий в летнее время дебит около $1 \text{ м}^3/\text{с}$. Дальше пласт прослеживается по северо-восточному склону хребта по азимуту 330° . Здесь он бронирован слоем сланцев. О присутствии пласта свидетельствуют редкие воронки с глыбами известняка и большое количество источников, выходящих на уровне дна долины р. Большой Яломан. На расстоянии примерно 7 км к северо-западу от источника Аржан карстующиеся породы вновь оказываются на поверхности.

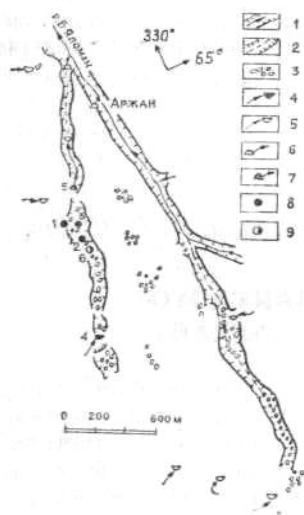


Рис. 1. Схема основного участка карстового плато Большого Яломана: 1 — ручей, 2 — карстовый овраг, 3 — воронка, 4 — пещера-понор, 5 — понор, 6 — источник, 7 — пещера-источник, 8 — обводненная пещера, 9 — пещера со льдом у входа. Стрелками показано направление тектонических трещин. Номера пещер на схеме соответствуют номерам в таблице

Отмечено два основных направления тектонических трещин, имеющих азимуты простирания 330° и 65° и углы падения $65-80^\circ$ и $80-90^\circ$ соответственно. На поверхности основные направления тектонической трещиноватости легко прослеживаются по направлению желобковых карр.

В верхней, юго-восточной, части плато, в зоне контакта пласта со сланцами, расположено 4 крупных и несколько мелких поноров, которые поглощают талую воду снежников, занимающих понижения северо-западного склона небольшого соседнего отрога.

На рис. 1 представлена схема участка карстового плато, прилегающего к источнику Аржан. На местности хорошо прослеживаются два карстовых оврага. Первый в нижней части ограничивает плато с северо-востока и переходит в русло реки, а второй является западной границей зоны распространения воронок. В верхней части западный овраг развит слабо, содержит водопоглощающий понор и прослеживается по цепи воронок. В нижней части овраг служит руслом небольшого ручья, который исчезает в трещине в 400 м от соединения оврагов.

В верхней части западный берег имеет северо-западное направление. Большинство приуроченных к его днищу воронок,

следуя классификации Г. А. Максимовича [1], можно отнести к провальным. Вероятно, овраг является поверхностным спутником водопроводящих подземных каналов, развитие которых определено северо-западной системой тектонических трещин. В средней части овраг направлен к северу и развитие подземной гидросети уже определяет система тектонических трещин северо-восточного направления.

Входы в доступные части подземной гидросети обнаружены в верхней и средней части западного оврага. Всего обследовано 6 полостей, одна из которых дает начало ручью, протекающему в нижней части западного оврага (табл.). Основные ходы пещер приурочены к руслам постоянных водотоков, имеющих северо-западное направление. В пещере, получившей название Якши Болзын (Счастливого пути — алт.), отмечен перехват русла ручья тектонической трещиной северо-восточного направления — азимут хода меняется с 290 на 65°.

Морфометрическая характеристика пещер Верхнеяломанского карстового участка

Пещера	Длина, м	Глубина, м	Площадь, м ²	Объем, м ³	Q	q
Новосибирского университета	155	11	270	620	$1,5 \times 10^{-2}$	0,197
Торбак Эдербес	107	15	103	137	$6,35 \times 10^{-3}$	0,24
Якши Болзын	60	16	35	90	$5,1 \times 10^{-3}$	0,11
НБ-5	19	10	12	17	5×10^{-4}	0,22
Аржан-2	16	—	31	40	$3,6 \times 10^{-4}$	0,172
НБ-16	30	6	25	20	$1,4 \times 10^{-4}$	0,107

Примечание. Q — коэффициент Корбеля,
q — коэффициент закарстованности.

Вход в самую крупную из исследованных полостей — пещеру Новосибирского университета — расположен между валунами на дне небольшой воронки диаметром около 10 м и глубиной до 4 м (рис. 2). Небольшое отверстие ведет в наклонно спускающийся (30°) ход. Высота его постепенно увеличивается до 2,5—3 м. Через 8 м основной ход поворачивает направо, и профиль его меняется от овального к треугольному. Ответвление влево приводит к руслу ручья, вытекающему из-под юго-восточной стены хода. Следуя по основному ходу к югу, можно попасть в грот Планетарий с

куполообразным сводом высотой 5 м и диаметром около 4 м. Из грота два хода. Первый — горизонтальная щель высотой 0,7—1 м и шириной 1,5—2,5 м — продолжает основной ход; второй приводит к озеру с проточной водой. Площадь озера примерно 30 м², глубина 30—70 см. Проникнуть в питающий и поглощающий сифоны невозможно. Основной ход заканчивается завалом, вызванным обрушением кровли. В этом месте на поверхности плато расположена воронка провального типа. Между камнями завала можно проникнуть в верхнюю часть русла ручья. Ход начинается сифоном.

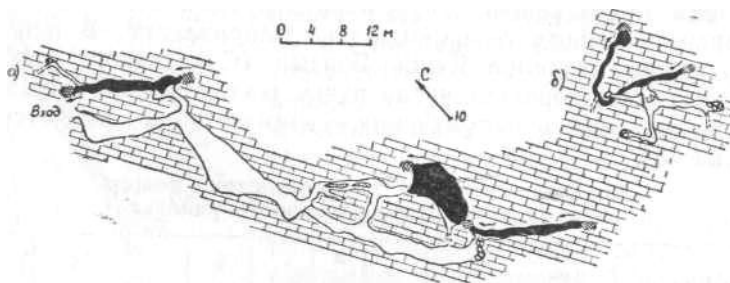


Рис. 2. Планы двух расположенных рядом полостей-пещер — Новосибирского университета (а) и Якши Болзын (б)

Сифоны завершают ходы еще двух обследованных пещер — Торбак Эдербес (Бычок не пройдет — алт.) и Якши Болзын. Сифон последней можно исследовать при помощи легководолазного снаряжения. Осмотренные участки ходов периодически затопляются. Об этом свидетельствуют сухие травинки в трещинах потолков и стен ходов. О переполнении подземной гидросети во время интенсивного таяния снегов делает вывод на основе наземных наблюдений А. М. Маринин [2].

Как и большинство пещер Алтая, возникших в мраморизованных известняках, обследованные полости бедны натечными формами. Только в некоторых из них обнаружены редкие сталактиты длиной до 5—7 см и диаметром 3—5 мм, натечная кальцитовая корочка и некристаллизовавшиеся натечи лунного молока. В привходовой части пещер и у завалов пол подземных ходов покрыт глиной. В пещере Новосибирского университета вдоль основного хода есть небольшие участки галечных пляжей из мелких, темного цвета, хорошо окатанных галек.

Остатков млекопитающих на поверхности грунта в пещерах не обнаружено. В глыбовых завалах, образованных рухнувшим

сводом, имеются следы деятельности сеноставок (помет, стожки сена), которые широко используют укромные места под камнями в карстовых воронках для сушки травы.

Верхнеяломанский карстовый участок отличается также развитой системой подземных ходов и трещин, объединенных водотоками. Длина ходов подземной системы плато Большого Яломана, вероятно, составляет несколько километров, а перепад высот — около 200 м. Обследовать удалось лишь небольшую часть системы, общая длина ходов которой около 400 м. Одна из обнаруженных карстовых полостей — пещера Новосибирского университета — является в настоящее время самой крупной из известных на Теректинском хребте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Максимович Г. А. Основы карстологии. Пермь, 1963, т. 1.
2. Маринин А. М. Карст Теректинского хребта — В кн. рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов Алтайского края. Барнаул, 1975.
3. Маринин А. М. Типизация карста Алтая. — В кн.: Материалы по географии Алтайского края. Барнаул, 1975.
4. Маринин А. М. Каталог карстовых пещер Алтая. В кн.: Материалы по географии Алтайского края. Барнаул, 1975.
5. Тупотилова А. Н. Некоторые данные о распространении и морфологии карста в Горном Алтае. — В кн.: Изв. Алт. отд. Геогр. об-ва СССР, 1965, вып. 6.

УДК 551.44(471.43)

А. Г. Бирюков

Куйбышевский трест инженерно-строительных изысканий

Д. Г. Бутырина

пермский университет

ПЕЩЕРЫ САМАРСКОЙ ЛУКИ

Геоморфологии и карсту Самарской Луки посвящены многие работы [1—4, 6—8, 10—12 и др.], но в них основное внимание уделено поверхностным формам и доюрскому карсту. Только А. С. Барков [1, 2] описывает пещеру Степана Разина и несколько пещер в северной части Жигулей, не приводя планов, и А. В. Ступишин [11, 12] упоминает о пещерах у сел Переволоки и Печерск.

В статье рассмотрено 11 пещер и 2 колодца (табл.), большая часть которых найдена и обследована в 1968—1977 гг. куйбышевскими спелеологами А. Бирюковым, В. Букиным,

А. Викуловым, А. Васильевым, Е. Дичинским, В. Евстигнеевым, О. Коротковым, Т. Кузнецовой, О. Привольневым, В. Смольниковым, О. Нестеровым, О. Люмысиной, А. Шароновой и др.

В северной части Самарской Луки, ограниченной на западе Усинским заливом Куйбышевского водохранилища, вытянут

**Литологические типы карста
и морфометрические показатели пещер и колодцев
Самарской Луки, м**

Литологический тип карста	Пещера	Длина	Глубина	Средняя ширина ходов	Средняя высота ходов
Карбонатный	Усинская	17,0	—	1,0	1,5
	»» Богатырь-2	10,0	—	2,7	1,6
	»» Богатырь	36,0	6,0	4,6	1,8
	»» Крестовая	14,0	—	2,0	1,2
	»» Обкан	43,0	—	1,2	0,8
	»» Степана Разина	26,0	—	8,6	4,3
	»» Макарова Дыра	28,0	—	3,0	1,8
Сульфатный	Березовая	22,0	—	2,0	1,0
	»» Гнилая	12,0	—	1,7	1,8
	»» Сосна	11,0	—	0,6	1,0
	»» Лесная	15,0	—	1,8	0,9
	»» Мечта	—	15,0	—	—
	»» Жигули	—	9,0	—	—

широко Жигулевский массив, в котором имеются все условия для образования пещер [5, 10, 11]. Регион сложен преимущественно известняками и доломитами верхнего карбона и кунгурского яруса нижней перми мощностью соответственно 100—330 и 130—160 м. На крайнем востоке в кунгурских отложениях встречаются штоки гипса мощностью до 25 м. Пещеры приурочены к карбонатной и сульфатной толщам нижней перми.

Жигули — своеобразный остров верхнепалеозойских отложений. Северный край его крутой, местами отвесный, приподнят над уровнем Куйбышевского водохранилища на 200—250 м, максимальная же отметка — на горе Стрельна — составляет 375 м [9]. Отличительной чертой карста массива является его безводие, что объясняется хорошо развитой

вертикальной трещиноватостью, глубоким эрозионным расчленением и отсутствием водоупорных пластов в карбонатной толще [11].

Пещеры Самарской Луки преимущественно горизонтальные, одноэтажные, небольшие, сухие.

Пещеры карбонатного карста встречаются на северо-западе и в центре Самарской Луки. Они образовались в нижнепермских отложениях, представленных изменчивым комплексом доломитовых пород.

Усинская пещера находится на правом берегу одноименного залива. Она имеет длину 17 м и ориентирована по азимуту 180° . Вход в пещеру шириной 0,8 и высотой 2 м расположен на 15 м выше уреза водохранилища. Пещера состоит из двух гротов, соединенных ходом длиной 5, шириной 1,1 и высотой 1 м. Длина первого грота около 3, ширина 1,5, высота 2 м; длина второго — 2, ширина 1, высота 2 м. По полу первого сохранились растительные остатки и гуано, второго — навал камней. Весной наблюдается капеж с потолка.



Рис. 1. Пещера Богатырь: 1 — поперечные разрезы, 2 — граница освещенной части, 3 — глыбы, 4 — животные остатки и гуано, 5 — растительные остатки. Съемка 1973 г.

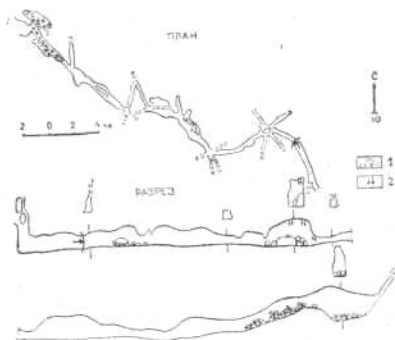


Рис. 2. Пещера Обкан: 1 — крупные трещины, 2 — участок капежа. Другие обозначения показаны на рис. 1. Съемка 1973 г.

Пещера Богатырь-2 расположена на северо-западной окраине пос. Богатырь, у подножья Жигулей. Она вытянута на 10 метров по азимуту 180° . Входное отверстие в пещеру шириной 6 и высотой 2 м открывается на высоте 10 м над уровнем Волги и превращается в ход, ведущий вглубь горы на 8 м, где образовался небольшой грот. На полу пещеры обнаружены груды камней и растительные остатки, на потолке трещина, уходящая вглубь примерно на 5 м.

Пещера Богатырь (см. рис. 1) находится на 50 м западнее пещеры Богатырь-2. Она начинается узким ходом сечением 0,5×0,8 м, который от подножья Жигулей сначала спускается вертикально на 1,5 м, затем становится наклонным и выводит в большой зал длиной 14, шириной 7 и высотой 3 м. На полу грота — навалы камней, растительные остатки, гуано. Из зала разветвленный ход высотой 1,2 м ведет в следующие два грота. Один из них имеет овальную форму (длина 8, ширина 6,5, высота 2,5 м) и ориентирован на юго-восток по наклону пола (4—6°), другой — прямоугольную (длина 7, ширина 4, высота 1,8 м) и ориентирован на север. Полы гротов покрыты навалами камней.

Крестовая пещера расположена между селами Гаврилова Поляна и Подгоры. Левый вход в нее представляет собой непроходимую трещину, правый находится на склоне горы в лесу, его ширина 2 и высота 1 м. Пещера состоит из двух подобных гротов (1,5×2 м), соединенных низким лазом. Пол пещеры перед первым гротом постепенно повышается (10°), в стенах и потолке второго зала образовались разноориентированные непроходимые трещины. В пещере зафиксированы растительные остатки и глинистые отложения с галькой.

Пещера Обкан (в переводе с мордовского «провал») находится на берегу Волги, на 3 км ниже с. Шелехметь, у подножья одноименной горы. Она ориентирована на северо-запад по азимуту 300° (рис. 2). Пещера труднодоступна: начинается низким лазом 0,5×1 м и состоит из нескольких гротов высотой 1—1,5 м и шириной 1,5—2 м. Гроты соединены очень узкими ходами (высота 0,5—0,8 м, ширина 0,4—0,6 м). Стены и потолок пещеры прорезают многочисленные разноориентированные трещины, на полу у входа имеются растительные остатки и гуано.

Пещера Степана Разина впервые описана А. С. Барковым [1]. Она находится к западу от с. Брусяны. Состоит из узкого горизонтального хода длиной 5 м, сечением 0,5×1 м и округлого зала длиной 21, шириной 5 и высотой 6 м. В стенах пещеры обнаружены небольшие ниши, пол покрыт камнями. Последними, по-видимому, засыпан ход в пониженной части грота. Кроме того, в пещере встречаются растительные и животные остатки.

Пещера Макарова Дыра (рис. 3) находится у с. Печерска. Входное отверстие расположено в отвесной скале на высоте 6 м над урезом р. Волги. Его разделяет колонна на левую, более широкую (3,5 м), и правую, узкую (1 м), части. Пещера начинается гротом длиной 10, шириной 5 и высотой 4 м, из левого угла которого ведет узкий (1 м) ход

вверх, во второй зал округлой формы диаметром 4 м. Лаз из второго зала на север заполнен глиной. Следы глинистых наносов сохранились на полу и стенах первого грота. Это дает основание считать, что в паводки волжские воды заполняют подземные полости.

Пещеры гипсового карста находятся на востоке Самарской Луки, в Белой горе, для которой характерны многочисленные штоки гипса мощностью до 25 м.

Пещера Березовая имеет длину 22 м. Вход в нее низкий, высота 0,5 м при ширине 2 м. Пещера состоит из короткого хода (1,5 м) и двух гротов. Длина первого, 5 ширина 2 и высота 1,8 м. Пол его покрыт глиной и органическими остатками. Второй грот меньше. Из него в противоположные стороны ведут два хода, заканчивающиеся трещинами и замкнутые глиной с галькой. В пещере обитают летучие мыши.

Пещера Гнилая имеет более простое строение: состоит из двух одинаковых гротов, соединенных коротким проходом. От входа сечением 0,8×0,7 м пол пещеры понижается на 0,5 м, затем открывается грот высотой 1,5 и шириной 2 м. В последнем обнаружены камни, гальки и растительные остатки, что указывает на частое затопление пещеры водой.

Пещера Сосна отличается узким входом, через который можно проникнуть только ползком. За входом пещера имеет две части: левая замкнута глинистыми наносами, правая образует грот длиной 2, шириной 1 и высотой 2 м. Все ходы пещеры заканчиваются непроходимыми трещинами, через которые проникает воздух.

Пещера Лесная состоит из узкого низкого хода и одного грота высотой 2 и шириной 3 м. Его потолок понижается вглубь горы, пол покрыт камнями, растительными и животными остатками. Две непроходимые трещины в стенах, возможно, являются ходами в недоступные гроты.

Колодец Мечта расположен на вершине Белой горы. Обнаружен куйбышевскими спелеологами в 1970 г. Тогда он имел глубину 15 м. Ниже этой отметки он сужается и превращается в непроходимую трещину. В настоящее время сечение

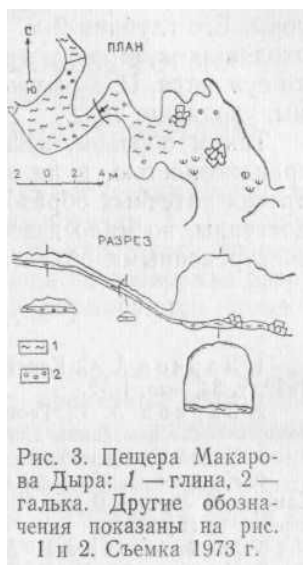


Рис. 3. Пещера Макарова Дыра: 1 — глина, 2 — галька. Другие обозначения показаны на рис. 1 и 2. Съемка 1973 г.

входного отверстия 3,5×4 м. Стенки колодца осложнены продольными ребрами причудливой формы, между которыми можно спускаться и подниматься враспор.

Колодец Жигули находится на западном склоне Белой горы. Его глубина 9 м. На отметке 3 м образовались уступ и уходящая в сторону трещина, на глубине 6 м колодец резко сужается. Под рыхлыми наносами обнаружены две трещины, уходящие вниз.

Таким образом, пещеры Самарской Луки не отличаются грандиозностью, в их залах нет сталактитов, сталагмитов и других натечных образований, отсутствуют реки и озера. Они доступны, но мало известны. Поэтому пещеры могут служить экскурсионными объектами, подлежащими учету и охране.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барков А. С. Карст Самарской Луки. — В кн.: Землеведение. М, 1932, т. 34, вып. 1—2.
2. Барков А. С. Геоморфологический очерк. — В кн.: Инженерно-геологические изыскания для Волгостроя. М.; Л., 1934.
3. Емельянов М. А. Самарская Лука и Жигули. Куйбышев, 1955.
4. Кузин Н. И., Проферансов Ю. Н. Карст и трещиноватость Самарской Луки. — В кн.: Инженерно-геологические изыскания для Волгостроя. М.; Л., 1934.
5. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963, т. 1.
6. Ноинский М. Э. Самарская Лука. — В кн.: Тр. об-ва естествоиспытателей при Казан. ун-те, 1913, т. 15, вып. 4—6.
7. Обеидентова Г. В. Происхождение Жигулевской возвышенности и развитие ее рельефа. — В кн.: Тр. ин-та географии АН СССР. Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР, 1953, т. 53, вып. 5.
8. Павлов А. П. Самарская Лука и Жигули. — В кн.: Тр. Геолкома, 1887, т. 2, № 5.
9. Природа Куйбышевской области. Куйбышев, 1951.
10. Родионов Н. В. Новые данные о карсте Волго-Усинского водораздела. — В кн.: Карст в карбонатных породах. М., 1972.
11. Ступишин А. В. Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья. Казань, 1967.
12. Ступишин А. В. Карбонатный карст Среднего Поволжья. — В кн.: Карст в карбонатных породах. М., 1972.

**А. И. Печеркин, Н. Г. Максимович,
Г. Б. Болотов, В. Е. Закоптелов**
Пермский университет
**ПЕЩЕРЫ И ДРУГИЕ КАРСТОВЫЕ ФОРМЫ
В ГИПСАХ И АНГИДРИТАХ НА ПОБЕРЕЖЬЕ КАМСКИХ
ВОДОХРАНИЛИЩ**

По берегам рек Чусовой, Сылвы, Камы встречаются карстовые пещеры. Они описаны Г. А. Максимовичем, К. А. Горбуновой [1, 2]. В результате активизации карстового процесса после создания Камского водохранилища на побережье разрушаются старые пещеры, по трещинам формируются новые — «эфмерные» [3, 4].

В отличие от обычных карстовых пещер, которые формируются и существуют довольно долго, эфмерные пещеры образуются за несколько лет. Длительность их существования определяется скоростью переработки берегов. Иногда такие пещеры возникают вследствие обнажения в береговом обрыве ранее сформированных полостей. Так, в 1970 г. на левом берегу р. Камы, выше по течению от поселка Полазна, в результате переработки берегового уступа, сложенного гипсами иренского горизонта нижней перми, была вскрыта карстовая полость объемом около 70 м^3 (рис. 1). За 6 лет на этом участке берег отступил на 1,8 м. В 1979 г. нависший над входом блок обрушился, и в пещеру теперь можно проникнуть через узкую щель. Температура воздуха в пещере в летнее время значительно ниже, чем на поверхности.

Пещеры могут развиваться и в зоне вертикальной нисходящей циркуляции. В 1977 г. в районе села Белая Гора, на высоте 12 м от уреза воды, была вскрыта карстовая полость объемом около 10 м^3 (рис. 2). Породы кровли ее представлены мергелями соликамского горизонта. Сама полость выработана в гипсах иренского горизонта. На дне ее имеется понор, который заполнен льдом и в летнее время.

Любопытно образование таких пещер, как Гармоновская (на р. Сылве) в районе д. Куликово. Пещера сформировалась в иренских гипсах кунгурского яруса, состоит из двух гротов и непроходимого канала (рис. 3). Вход в пещеру находится на 6 м выше уреза реки. Доступная часть пещеры представляет собой извилистый коридор длиной 30 м, постепенно сужающийся в трещину размером $2 \times 0,3$ м. Дно пещеры покрыто глинистой массой, содержащей обломки мергелей, гипсов

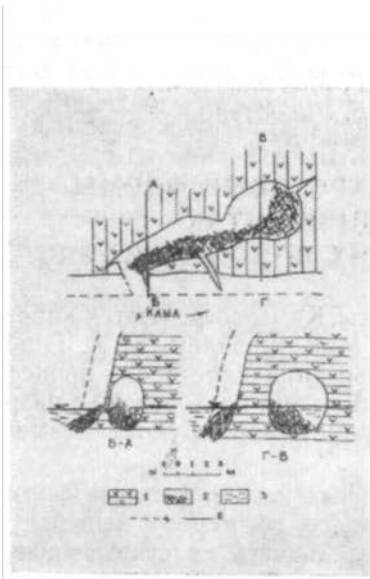


Рис. 1. Разрезы пещер в районе Полазны: 1 — гипс, 2 — обломочный материал, 3 — вода. Положение берега: 4 — 1970 г.; 5 — 1977 г.

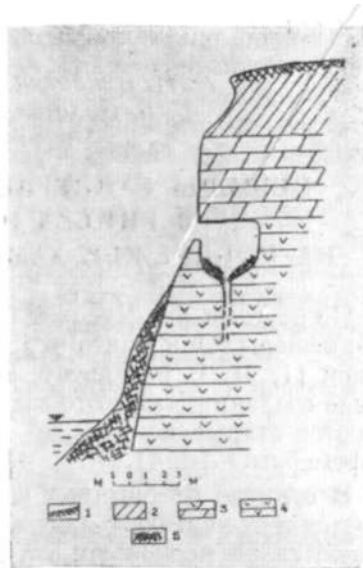


Рис. 2. Разрез пещеры в районе Белой горы: 1 — почвенный слой, 2 — четвертичные отложения, 3 — мергель, 4 — гипс, 5 — обломочный материал

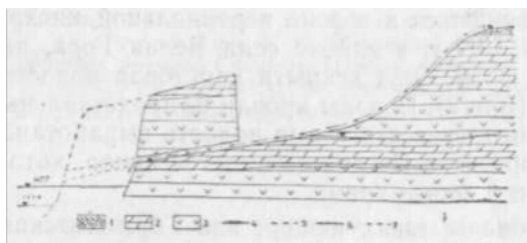
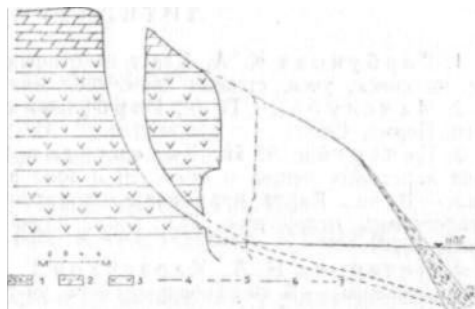


Рис. 3. Геологический разрез района Гармоновской пещеры: 1 — элювиально-делювиальные отложения, 2 — мергель, 3 — гипс, 4 — литологические границы, 5 — контур берега до создания водохранилища, 6 — уровень воды, 7 — контур пещеры до создания водохранилища

и ангидритов. Мощность отложений составляет до 1,0 м. Наблюдения за пещерой ведутся с 1957 г. До лета 1979 г. пещера оставалась сухой. В начале августа 1979 г. по ней протекал ручей со скоростью 0,7 м/с и дебитом 10 л/с, заканчивающийся водопадом. Ручей размыл заполнитель пещеры до кровли мергелей.

Вход во второй грот находится на дне карстовой впадины поперечником более 100 м и глубиной около 80 м. Грот представляет собой расширенную щель длиной 7 м с поперечником 6×1,5 м. Дно грота сложено обломками мергелей, гипса и ангидрита, пространство между которыми заполнено глинистой массой. В 1979 г. произошло обрушение грота и образовался завал из глыб размером 2×3 м. Оба грота соединяются каналом длиной приблизительно 30 м. Доказательством

Рис. 4. Развитие шахты по трещинам бортового отпора: 1 — обломочный материал, 2 — мергель, 3 — гипс. Положение берега: 4 — 1979 г., 5 — 1977 г., 6 — до создания водохранилища, 7 — контур полостей до создания водохранилища



существования связи между гротами служит описанный ручей. Об этом же свидетельствуют сучья и палки в нижнем гроте. Ручей образуется в результате слияния вод нескольких временных источников, выходящих на контакте элювиально-делювиальных отложений и мергелей.

Подобные пещеры не единичны. Они встречаются на участке Конец Гор — Куликово, в районе Белой Горы. Образование таких карстовых форм возможно и в речных условиях, только в данном случае процесс замедлен [5].

Следует отметить, что для Пермской области не характерны глубокие карстовые шахты [2]. Однако в районе д. Конец Гор обнаружена шахта глубиной 24 м, сформировавшаяся в гипсах (рис. 4). Диаметр верхней части 7,6×5,6 м. В результате абразии дно шахты вскрыто и представляет собой отверстие размером 2×3 м.

В ряде случаев на стенках карстовых щелей, пещер, полостей наблюдаются интересные натечные

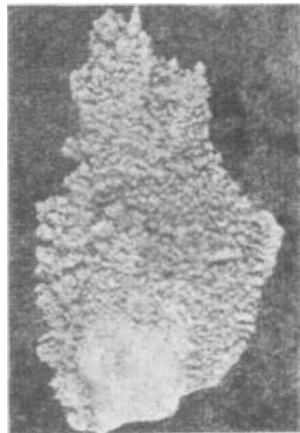


Рис. 5. Гипсовая кора

образования. Так, в 15—20 м ниже по течению от Полазнинской пещеры, на высоте 2 м от уровня водохранилища, была обнаружена щель глубиной 40 см и высотой 2 м. Видимая глубина ее 3—4 м. Обе стенки покрыты натечными образованиями гипса, имеющими вид сплошной коры, с наростами высотой до 3—4 см (рис. 5). Натечи растут как перпендикулярно стенке трещины, так и вертикально, на поверхности стенок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунова К. А. Карст некоторых районов Пермской области. Дис. на соиск. учен. степени канд. геол.-минерал. наук. Пермь, 1956.
2. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области. Пермь, 1958.
3. Печеркин А. И., Закоптелов В. Е. Особенности формирования карстовых пещер и полостей в зоне влияния Камского водохранилища. — В кн.: Карст мраморов, доломитов, рифов, известковых туфов и галогенных отложений. Тез. докл. научно-практической конференции. Пермь, 1978.
4. Печеркин И. А., Карзенков Г. И., Мацкевич И. К. Эфемерные пещеры. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1965, вып. 5 (6).
5. Сабуров Д. Н. Формы поверхностного карста Беломорско-Кулойского гипсового пласта. — В кн.: Пещеры Пинего-Северодвинской карстовой области. Л., 1974.

МИНЕРАЛОГИЯ ПЕЩЕР

УДК 551.44

Н. Г. Максимович

Московский университет

Н. В. Бельтюкова

Пермский университет

ВТОРИЧНЫЕ МИНЕРАЛЫ КАРБОНАТНЫХ КАРСТОВЫХ ПЕЩЕР

В последние годы большое внимание уделяется изучению процессов минералообразования в пещерах. Рассмотрим вторичные минералы естественных пещер карбонатных пород. За последние годы число их превысило 100 [9, 10].

Минералы описываются по классам, как было предложено Д. П. Григорьевым [3]. К тому или иному классу они относятся по А. Г. Бетехтину [1].

САМОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Сера (S). Сера в виде каменного молока встречается в Гаурдакской пещере [4]. Сталактиты из серы обнаружены в пещере Шор-Су около Коканда. П. Л. Бротон [23] считает, что они имеют в основном микробиологическое происхождение.

СУЛЬФИДЫ

Галенит (PbS). Зафиксирован в пещерах штатов Иллинойс и Висконсин (США), вскрытых рудниками. Образует тонкие пластинки (до 50 см) на полу пещер. В пещере Герман Смит обнаружены кристаллы галенита правильной формы [23]. Сталактиты из галенита в пещере Блэк Джек, описанные С. Б. Пеком, имеют центральный канал [34].

Ольдамит (CaS). Очень редкий минерал; обнаружен П. Н. Чирвинским [16] в одной из Суксеевских пещер Татарии.

Сфалерит (ZnS). Встречается в Донбассе, в полостях на глубине 250—650 м, в виде зерен и хорошо оформленных

кристаллов на контакте каменного угля и известняка [13]. Он зафиксирован и в пещере Герман Смит. В пещере Блэк Джек минерал образует натечные формы [34].

Метациннабарит (HgS). Является продуктом ртутно-сульфидной минерализации. В Гаурдакской пещере образует тонкие налёты и пленки на вторичных гипсах [4].

Киноварь (HgS). Обнаружена в гидротермальных карстовых пещерах Магиана в виде мелких прозрачных кристаллов в ассоциации с антимонитом и флюоритом [7]. В Гаурдакской пещере киноварь образуется при перекристаллизации метациннабарита [4].

Пирротин (FeS). В пещерах встречается крайне редко. В виде следов и зерен зафиксирован в пещере Плайя Паяро в Пуэрто Рико [23].

Халькопирит (CuFeS₂). Обнаружен в полости, вскрытой шахтой в Донбассе, в виде кристаллов со штриховкой на гранях на контакте известняка с углем [13]. В пещерах Магиана и Маргузора халькопирит известен как включение в кальците [7].

Антимонит (Sb₂S₃). Обнаружен в пещерах Магиана в виде мелких прозрачных кристаллов и включений в кальците [7].

Пирит (FeS₂). В карстовых полостях Донбасса образует основную массу твердых включений в кальците [13]. Зафиксирован также в пещерах Магиана [7] и Герман Смит [32]. Натечные формы пирита описаны С. Б. Пеком [34].

Марказит (FeS₂). Друзы марказита, выросшие на щетках анкерита, встречаются в полостях Донбасса [13]. В виде включений в кальците он обнаружен в пещерах Магиана и Маргузора [7]. В пещерах Герман Смит и Блэк Джек из марказита состоят натечные формы типа гейзерных сталагмитов [34]. Найден также в пещере Мескла во Франции [8].

ФТОРИДЫ

Флюорит (CaF₂). Известен в пещерах Канады, Англии, Швейцарии [32, 23]. Мелкие кристаллы флюорита отмечены в пещерах Магиана [7, 9]. Обнаружен также в пещере Попа (Хайдаркан) в виде пятен на натечных образованиях кальцита и вкраплений в них [14]. В пещерах Маргузора встречены кристаллы прозрачного флюорита.

ХЛОРИДЫ

Галит (NaCl). А. Е. Ферсман [15] описал кубики прозрачной каменной соли в пещере около кишлака Лякан, в 50 км от Коканда. Сталактиты, сталагмиты, колонны, нити, кристаллы и кора из галита встречаются в пещерах Мулламуланг,

Веббс, Тилакайн Хоул, Мадурa карстовой области Налларбор на юге Австралии [10, 21]. Галит образуется в условиях аридного климата.

ОКИСЛЫ И ГИДРООКИСЛЫ

Лёд (H_2O). Характерен для пещер, расположенных в областях нивального климата [6, 32]. Встречается в виде сталактитов, сталагмитов, колонн, коры обледенения, покровов, отдельных кристаллов, а также озерного льда и т. д. Известен во многих пещерах, например, Кунгурской, Глухой ледяной, Айсризенвельт, Фоссил Маунтин [9, 32].

Тенорит (CuO). Обнаружен в пещере Калутет [23].

Гематит (Fe_2O_3). Обычно встречается как компонент глинистых отложений пещер. Обнаружен в пещере Винд в США [32]. Тонкокristаллическая разновидность гематита, содержащая воду, — гидрогематит, зафиксирована в кавернах и расселинах Гаурдакской пещеры в виде тонкого, жирного на ощупь порошка [4].

Рутил (TiO_2). В форме примесей в кальците найден в Магианских пещерах [7]. В качестве аксессуарного минерала присутствует в натечных образованиях пещер юга Красноярского края. Здесь же обнаружен минерал лейкоксен — зернистый агрегат вторичных титановых минералов и гидроокислов железа [19].

Пиrolюзит (MnO_2). Встречается в Каповой пещере, на поверхности известняка вдоль подземной реки, в виде черного сажистого налета [2]. В виде дендритов обнаружен в пещерах Австралии [23].

Кварц (SiO_2). В условиях пещер образуется редко. Известен в пещерах Магиана в виде включений в кальците [7]. Формируется в процессе диагенеза глинистых отложений, покрывающих пол пещер, как результат растворения и переотложения соединений кремния на поверхности кристаллов кварца, внесенных в пещеры механическим путем [24, 25]. Вторичный кварц обнаружен в пещере Аджен Эллгведд (Южный Уэльс), при исследовании с помощью сканирующего электронного микроскопа кварцевых зерен глинистых отложений. Кристаллы вторичного кварца в пещере Винд являются, как считает П. Л. Бротон [22], показателем высоких температур, существующих при его образовании. Натечные гелектитоподобные формы кварца длиной до 40 мм и диаметром до 8 мм встречаются в пещере Джовел [23].

Кристаллит (SiO_2). Обнаружен в пещере Винд [32]. Кристаллит и опал встречаются в Яворжичской пещере [9].

Опал ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Найден в пещерах Блэк Хилл [23] и Яворжичской [9].

Гидрагиллит ($\text{Al}(\text{OH})_3$) (гиббсит). Обнаружен в нескольких пещерах Пенсильвании [23].

Гетит (HFeO_2). Встречается в пещерах Охтинская [9] и Герман Смит [32].

Лимонит ($\text{HFeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Довольно широко развит в пещерах. Обнаружен в Дивьей пещере, Страшинской и Збрашовской арагонитовой, Пе Тру [9]. В пещерах Керси отмечены пизолиты бурого железняка, сцементированные фосфатом [5]. На Кубе, в пещере Санта Томас, есть отложения лимонита. Известны лимонитовые сталактиты пещеры Винсон (США).

Псилоделан ($n\text{MnOxMnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) (вад). В американской литературе этот минерал и его бариевая разновидность — романешит $\text{BaMnMn}_8\text{O}_{16}[\text{OH}]_4$ не различаются. Г. В. Мур [32] отмечает наличие псилоделана в пещере Джаспер, но трудно понять, какой из названных минералов он имеет в виду. Псилоделан обнаружен в отложениях пещеры Блэк Хилл [26]. В Збрашовской пещере псилоделан осаждается из теплых углекислых вод [7].

Бернессит ($\text{Mn}_7\text{O}_{14} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) встречается в виде тонких пленок, покрывающих стены пещер, и в виде налетов на отложениях пещерных потоков. Отмечен в пещерах Калумет, Веберс [23, 32].

НИТРАТЫ

Калиевая селитра (KNO_3). Обладает очень высокой растворимостью и поэтому в пещерах встречается редко. Зафиксирована в пещерах аридного климата, например, в Австралийской пещере Гойдер [23, 32].

Нитроаммит (NH_4NO_3). Обнаружен в пещере Никаджек [28].

Нитромагнетит ($\text{Mg}[\text{NO}_3]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Встречается в виде выцветов и шелковистых пучков во многих пещерах штата Кентукки, например, в Мамонтовой [1, 32].

Нитрокальцит ($\text{Ca}[\text{NO}_3]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Обнаружен в пещерах штата Кентукки [1, 32] и Саусвест Гуано [28].

Даранскит ($\text{Na}_3[\text{NO}_3] [\text{SO}_4] \text{H}_2\text{O}$). В смеси с галитом найден в пещерах штата Техас [28].

Натриевая селитра (NaNO_3). Известна в пещерах Центральной Австралии в смеси с калиевой селитрой, также встречается в виде корок, выстилающих стены пещер [28]. Источником нитратов в большинстве случаев является гуано, в переработке которого большую роль играют бактерии.

КАРБОНАТЫ

Кальцит (CaCO_3). Наиболее широко распространен в пещерах и хорошо изучен.

Люблинит ($\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Найден в известковом тесте пещеры Аггтелек [6] и пещерах на Ямайке [37].

Арагонит (CaCO_3). Распространен менее широко, чем кальцит. Он зафиксирован в пещерах Хайдаркана [14], Верхнеберезовской [20], Дивьей [6] и многих других [6, 7, 9, 23, 32].

Магнезит (MgCO_3). Встречается в пещере Титус Каньон в Калифорнии [32].

Доломит ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$). Как вторичный минерал является достаточно редким. Доломито-кальцитовые натёки изучены в пещерах Южной Сибири [18, 19]. Интересен доломитовый сталактит в пещере Блэк Хилл [22].

Гунтит ($\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_3$). Известен как компонент лунного молока. Обнаружен в Збравской пещере [23] и пещере Титус Каньон [32].

Сидерит (FeCO_3). Зафиксирован в пещере Пуэрфам [23].

Анкерит ($\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})[\text{CO}_3]_2$). Встречается в полостях Донбасса в виде светло-розовых щеток или бледно-фиолетовых кривогранных ромбоэдров размером до 5—6 мм [13]. Найден в Охтинской пещере [9].

Смитсонит (ZnCO_3). Часто представляет собой продукт выветривания сфалерита, обнаружен в пещере Герман Смит [23, 32].

Церуссит (PbCO_3). Образуется на поверхности галенита в виде небольших желто-серых кристаллов, может встречаться и в виде порошка. Распространен во многих пещерах, например, Герман Смит [23, 32].

Стронцианит (SrCO_3). В одной из пещер Чехословакии этот минерал изоморфно замещает арагонит. Кристаллы стронцианита обнаружены в полостях меловых мергелей месторождения Гамм [1].

Малахит ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$). Найден в пещере Коппер Квин Майн (США), вскрытой шахтными выработками. Встречается в виде покрытий на стенах пещер. Малахит гидротермальной пещеры Семлехедь является продуктом выветривания минералов гидротермального происхождения. В ассоциации с кальцитом, баритом, туранитом он встречается в пещере Тюямюун. В Збравской пещере, гроте Заседаний, малахит придает зеленую окраску сталактитам [7, 23].

Азурит ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$). Зафиксирован совместно с малахитом в пещере Коппер Квин Майн [23].

Гидроцинкит ($Zn_5[CO_3]_2[OH]_6$). Встречается в пещере Айсленд Форд [23, 32].

Гидромагнезит ($Mg_5[CO_3]_4[OH]_2 \cdot 4H_2O$). Найден в пещерах Ла Кламуз, Эро и Карлсбадской, известен как компонент лунного молока [9, 23, 32].

Несквегонит ($MgCO_3 \cdot 3H_2O$). Входит в состав лунного молока. Обнаружен в пещере Мули [23, 32].

Моногидромагнезит ($CaCO_3 \cdot H_2O$). Зафиксирован как компонент лунного молока в пещере Эйбенгрот [23].

АРСЕНАТЫ

Бедантит ($PbFe_3[AsO_4] [SO_4] [OH]_6$). Обнаружен в пещере Айсленд Форд. Этот минерал образует сталактиты [22].

ФОСФАТЫ

Фосфаты представляют собой самую многочисленную группу вторичных минералов пещер (см. табл.). Наиболее полно они описаны Г. А. Максимовичем [5, 8]. Недавно обнаружен новый фосфатный минерал — сасаит ($Al, Fe^{+3})_{14}(PO_4)_{11}(OH)_7SO_4 \cdot 83H_2O$ [31]. Образует белые мелоподобные включения диаметром до 2 см в красных глинах пещеры Вест Дрифонтейн, неподалеку от Карлстонвилля в южной Африке. Хорошо локализованные образования сасаита зафиксированы в пещере Апокалипс, расположенной в этой же области. Под электронным микроскопом представляет собой пластинки ромбовидной формы [31, 33].

СУЛЬФАТЫ

Барит ($BaSO_4$). Стены Большой Баритовой пещеры покрыты корками, гроздьями, карнизами, кристаллами барита [15]. В пещерах Хайдаркана барит образует на стенках дендритовидно сросшиеся длинные таблитчатые кристаллы размером до 5—6 мм [14]. В сочетании с кальцитом, малахитом и туранитом встречается в пещере Тюямуон [16]. В полостях Донбасса барит зафиксирован в виде медно-желтых таблитчатых кристаллов на корочках пирита [13]. В гидротермальных пещерах Венгрии барит образуется в результате выпадения минеральных веществ из термальных источников. Примером такой пещеры служит Матьяшхедская пещера в Будапеште [7]. Барит также обнаружен в пещерах Мадок, Мюллер [33, 32].

Целестин ($SrSO_4$). Встречается в виде корок в пещере кишлака Лякан [15]. Обнаружен в Мамонтовой пещере [23]. Залежи целестина имеет небольшая пещера в Техасе [27].

Гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Присутствует во многих пещерах. В Мамонтовой пещере друзы гипса имеют форму розеток,

Фосфаты пещер

(по Г. А. Максимовичу [8] с дополнением)

Минерал	Химическая формула	Пещера
Монетит	CaHPO_4	Аггтелек, Венгрия; Драконова, Австрия
Витлоцит	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	Эль-Чепоте, Мексика
Фторапатит	$\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3\text{F}$	Пуэрфам, Западная Виргиния, США
Гидроксилapatит	$\text{Ca}_6[\text{PO}_4]_3\text{OH}$	Негра, Пуэрто-Рико; Виндзор, Ямайка
Подолит	$\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6[\text{CO}_3]$	Эль-Чепоте, Мексика
Тарбуттит	$\text{Zn}_2[\text{PO}_4][\text{OH}]$	Броукен-Хилл, Африка
Пироморфит	$\text{Pb}_5[\text{PO}_4]_3\text{Cl}$	Броукен-Хилл
Брушит	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Огл Кейв [29], Аггтелек, Венгрия; Пиг Хоул, Виргиния, США; Домица, ЧССР; Драконова, Австрия
Ньюберит	$\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Скиптон, Австралия
Коллофанит	$n\text{CaO} \cdot m\text{P}_2\text{O}_5 \cdot p\text{H}_2\text{O}$	Домица, ЧССР; Драконова, Австрия
Мартинит	$\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{PO}_4]_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Негра, Пуэрто-Рико
Ганнайт	$[\text{NH}_4]_2\text{Mg}_3\text{H}_4[\text{PO}_4]_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Скиптон, Австралия
Щертелиг	$[\text{NH}_4]_2\text{MgH}_2[\text{PO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	
Гопеит	$\text{Zn}_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Скиптон
Парагопеит	$\text{Zn}_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Броукен-Хилл, Африка
Гиббениг	$\text{Zn}_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Гудзон-Бей, Канада; Броукен-Хилл,
Спенсерит	$\text{Zn}_7[\text{PO}_4]_4[\text{OH}]_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Гудзон-Бей, Канада
Шольцит	$\text{Zn}_2[\text{PO}_4][\text{OH}] \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$	Гудзон-Бей, Канада
Салмоит	$\text{Ca}_3\text{Zn}[\text{PO}_4]_2[\text{OH}]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Айсленд Форд, Виргиния, США
	основной цинковый фосфат	Гудзон-Бей, Канада

Минерал	Химическая формула	Пещера
Тингит	$\text{Fe}^{3+}[\text{PO}_4]_2[\text{OH}]_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Тинтик, Юта, США
Таранакит	$\text{K}(\text{Al}, \text{Fe})_3[\text{PO}_4]_3[\text{OH}] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Минервы, Франция; Салерно, Италия; Пиг Хоул, Виргиния, США
Крандаллит	$\text{CaAl}_4[\text{PO}_4]_3[\text{OH}]_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Пажарос, Пуэрто-Рико
Варисцит	$\text{Al}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Драчен, Венгрия
Вавеллит	$\text{Al}_3[\text{PO}_4]_2[\text{OH}]_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	С. Вудварт Фарм, Пенсильвания, США
Сасаит	$(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_{14}[\text{PO}_4]_{11}[\text{OH}]_7\text{SO}_4 \cdot 83\text{H}_2\text{O}$	Вест Дрифонтейн, южная Африка [31, 33]
Дитмарит	кислый водный фосфат	Скиптон, Австралия [23]
Струвит	—	Скиптон, Австралия [23]

крестов, локонов, цветов, волокон и т. д. [12, 23]. Обычно гипс в пещерах приурочен к сухим проходам. В Гаурдакской пещере встречаются гипсовые трубчатые сталактиты, столбообразные сталагмиты длиной до 2 м. В одном из гротов обнаружен гипсовый анемолит с углом изгиба 20—30°. Хорошо ограненные кристаллы гипса имеют пластинчатую, столбчатую, шестоватую, игольчатую, листово-чешуйчатую форму; иногда встречаются кристаллы-двойники и «ласточкин хвост» [4]. Вторичный гипс зафиксирован в Каповой пещере [9]. При просачивании раствора через гуано образуется гипс в смеси с коллофанитом в виде белого кашеобразного материала [5]. Вторичный гидротермальный гипс найден в пещере Чокловина [23].

Ардеалит ($\text{Ca}_2\text{H}[\text{SO}_4][\text{PO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). Является продуктом разрушения экскрементов. Обнаружен в пещерах Чокловина [23].

Тенардит (Na_2SO_4). Как продукт дегидратации мирабилита зафиксирован в пещере Винд [23, 32].

Мирабилит ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). В больших количествах встречается в пещере Соляная (Кентукки), где разрабатывается с давних времен [12]. Мирабилит найден также в пещерах Южной Дакоты [36].

Леконтит ($\text{Na}(\text{NH}_4, \text{K})\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Впервые обнаружен в гуано в пещере Лас Пиердас [1].

Гуановулит ($3(\text{K}, \text{NH}_4)_3\text{H}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) (формула примерная). Обнаружен в пещере Лас Пиердас [1].

Эпсомит ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Известен в виде сталактитов, игольчатых кристаллов, корок. Впервые зафиксирован в пещере Вайндотт [1, 23]. Имеется в пещере штата Мексико, США [36].

Мелантерит ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Встречается в пещере Вилсон в ассоциации с лимонитовыми сталактитами [23]. В форме пещерных цветов и «волос ангела» обнаружен в пещере Солджес. Размеры отдельных цветов достигали 40 x 9 мм, толщина нитей — толщины человеческого волоса, длина — 2 см. В этой пещере мелантерит является продуктом разложения пирита [35].

Гексагидрит ($\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Известен в пещере Грот Фей [9].

Ярозит ($\text{KF}_3^{3+}[\text{SO}_4]_2[\text{H}_2\text{O}]_6$). Обнаружен в Гаурдакской пещере, в полостях, тяготеющих к серным породам [4]. Известен в пещере Тинтик [23].

ВАНАДАТЫ

Ванадинит ($\text{Pb}_5[\text{VO}_4]_3\text{Cl}$). Встречается в пещере Гавасу Каньон в виде мельчайших красных призмочек на оптических

кристаллах кальцита. На стенках пещеры Броукен Хилл найден в ассоциации с гопеитом, гемиморфитом и тарбутитом в виде инкрустации на костяной брекчии [17, 23].

Деклуазит ((Zn, Cu)Pb[VO₄][OH]). Зафиксирован в пещере Броукен Хилл [9].

Туранит (Cu₅[VO₄]₅[OH]₄). Встречается в ассоциации с ферганитом [23].

Тюямунит (CaU₂[VO₄]₂O₄ · 8H₂O). Обнаружен в виде зерен [23].

Ферганит (U₂[VO₄]₂O₆ · 6H₂O). Продукт выщелачивания тюямунита.

Фольбортит (CuCa[VO₄][OH]) (тангент). Открыт П. Н. Чирвинским в пещере Тюямуюн.

СИЛИКАТЫ

Каламин (Zn[Si₂O₇][OH]₂ · H₂O) (гемиморфит, галамей). Встречается в ассоциации с гопеитом, тарбутитом и смитсонитом в виде кристаллической коры на костях и костяной брекчии. Состоит из мельчайших волокон и кристаллов (0,1—0,25 мм) розово-желтого цвета. Обнаружен в пещере Броукен Хилл [23], а также в пещерах Баварии, в карстовых полостях выщелачивания свинцово-цинковых месторождений Моринэ (Бельгия) [9].

Пальгорскит (MgAl₂[Si₄O₁₁][OH] · 4H₂O · nH₂O). В виде снежно-белой спутанно-волокнистой массы заполняет трещины в стенах полости на глубине 535 м в Донбассе [23]. Как заполнитель вертикальных трещин встречен в пещере Броукен Хилл [9].

Сепиолит Mg₃[Si₁₀(OH)]₂. В ассоциации с гунтитом найден в пещере Збрашовская [23].

Аттапульзит (Mg₅[Si₄O₁₀(OH)]₂ · 8H₂O). Обнаружен в хорошо сцементированном заполнителе трещин в пещере Лоуэр [23].

Гидромусковит (K_{<1}Al₂[(Si, Al)₄O₁₀][OH]₂ · nH₂O) иллит. Отмечен в Гаурдакской пещере в виде охряно-желтого порошка, жирного на ощупь [4].

Галлуазит (Al₄[Si₄O₁₀][OH]₈ · 4H₂O) (энделлит). Скорее всего, является вторичным минералом. Обнаружен в пещере Карлсбад [23].

Метагаллуазит (Al₄[Si₄O₁₀][OH]₈). Продукт дегидратации галлуазита. Найден в пещере Маунтин [23].

Кимолит (Al₄(SiO₂)₉(OH)₁₂). Обнаружен в пещере Локаут [23, 30].

Таким образом, большая часть приведенных минералов обнаружена в зарубежных пещерах. При исследовании пещер

в СССР необходимо восполнить этот пробел. Изучение вторичных минералов пещер — один из основных разделов спелеологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетехтип А. Г. Минералогия. М., 1950.
2. Брагинцев В. Ф., Илюхин В. В., Педанов И. Е. К изучению Каповой пещеры. — В кн.: Новости карстования и спелеологии. М., 1963, № 3.
3. Григорьев Д. П. О программе занятия по минералогии пещер. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1965, вып. 5 (6).
4. Лазарев И. С., Филенко Г. Д. Геолого-минералогические особенности Гаурдакской карстовой пещеры. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1976, вып. 16.
5. Максимович Г. А. Фосфориты пещер. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1961, вып. 1.
6. Максимович Г. А. Основы карстования. Пермь, 1963, т. 1.
7. Максимович Г. А. Основы карстования. Пермь, 1969, т. II.
8. Максимович Г. А. Еще раз о пещерных фосфоритах. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1970, вып. 8 (9).
9. Максимович Г. А. Количество вторичных минералов карбонатного карста. — В кн.: Вопросы карстования. Перм. ун-т, 1970, вып. II.
10. Максимович Г. А. Соляные кристаллы и натёки пещер карбонатного карста. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1970, вып. 8—9.
11. Максимович Г. А. 26 минералов сталактитов и сталагмитов пещер карбонатного карста. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1971, вып. 10—11.
12. Максимович Н. Г., Бельтюкова Н. В. Использование гипса и мирабилита пещер штата Кентукки (США). — В кн.: Использование пещер. Перм. ун-т, 1979.
13. Орлов О. М. Минеральные новообразования глубинных карстовых полостей Донбасса. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1972, вып. 12—13.
14. Султанов З. С. К минералогии карстовых пещер Хайдаркана. — В кн.: Вопросы карстования. Перм. ун-т, 1970, вып. II.
15. Ферсман А. Е. К минералогии пещер. — Природа, 1926, № 1—2.
16. Чирвинский П. Н. Ольдгамит как минерал пещер. — В кн.: Докл. Пермской карстовой конференции. Перм. ун-т, 1947.
17. Чирвинский П. Н. Типы спелеологического минералообразования. — В кн.: Докл. Пермской карстовой конференции. Перм. ун-т, 1947.
18. Цыкин Р. А. Особенности карбонатного спелеолитогенеза в Южной Сибири. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1972, вып. 12—13.
19. Цыкин Р. А. Карбонатный спелеолитогенез на юге Красноярского края. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1974, вып. 14—15.
20. Шестов И. Н. Верхнеберезовская карстовая пещера с арагонитом. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1962, вып. 2 (3).
21. Basshman E. Caves of Nullarbor Plains, Australia. NSS News, 1933, vol. 31, N 1.
22. Brogton P. L. The Stalactite Group of Cave Mineral. NSS News, 1971, vol. 29, N 8.
23. Brogton P. L. Secondary Mineralization in the Cavern Environment. Studies in Speleology. 1972, v. 2, p. 5.
24. Bull P. A. An Electron Microscope Study of Cave Sediments From Agen Allowed, Powy. BCRA Transactions, 1976, V. 3, N 1, April.

25. Bull P. A. Cave Sediments Studies in South Wales. Studies in Speleology. 1977, v. 3, p. 1.
26. Deal D. E. Origin and Secondary Mineralization of Caves in the Black Hills of South Dakota, USA. Proceed of the 4th Intern. Con. of Spe-leol. in Yugoslavia, Lubliana, 1968, v. III.
27. Folsom F. Exploring American Caves. 1956.
28. Hill C A., Eller P. G. Soda-Niter in North Central Arizona Earth Cracks. NSS Bull., 1977, v. 399, N 4, October.
29. Hill C A. Mineralogy of Ogle Cave. The NSS Bull., 1978, v. 40, N 1.
30. Holliday B. Another Unusual Mineral. NSS News, 1968, v. 24, N 8.
31. Martini J. Sasaite, a New Phosphate Mineral From West Drefontein Cave, Transvaal, South Africa. Mineralogical Magazine, 1978, v. 42.
32. Moore G. W. Checklists of Cave Minerals. NSS News, 1970, v. 28, N 1.
33. New Mineral — The British Caver, 1978, v. 73, Summer.
34. Peck S. B. Stalactites and Helictites of Marcasite, Galena and Sphalerite in Illinois and Wisconsin. NSS Bull., 1979, N 1.
35. Rogers B. W. Melanierite Found in Soldier Cave, California. NSS xNews, 1976, v. 34, N 6, June.
36. White W. B. Sulphate Mineralogy in Some Caves in the United States. Proceed, of the 4th Intern. Con. of Spelcol. in Yugoslavia, Lubliana, 1968, v. III.
37. Zans V. A. Caves and cave exploration in Jamaica. Geonotes, 1959, v. 2, N 2.

А. Е. Близнаков, М. Т. Токмакчиева
 Высший горно-геологический институт
МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
И ГЕНЕЗИС ПИЗОЛИТОВ ГРАДЕШНИЦКОЙ ПЕЩЕРЫ
(СЕВЕРНАЯ БОЛГАРИЯ)

Одним из самых редких пещерных образований является пещерный жемчуг (перлы), сложенный в основном чистым карбонатом кальция. Форма его сферическая, почковидная, линзовидная, дисковидная или неправильная. При диаметре не более 2 мм конкреции называются оолитами, при большем диаметре — пизолитами. Некоторые из этих образований имеют гладкую поверхность, другие же благодаря игольчатым наростам кристаллов напоминают ежа. В их центрах очень часто расположены зародыши разных размеров.

Впервые эти карбонатные образования описал Ф. Гесс [18]. Позднее их исследовали Е. В. Рожкова и Н. В. Соловьев [7], Г. А. Максимович [4], З. К. Тинтилов [11] и другие. Большинство авторов характеризуют оолиты и пизолиты на примере образцов размерами от 1 до 30 мм [8]. Д. П. Григорьев [2] рассматривает их как разновидность кристаллических

агрегатов. В ряде работ описано местонахождение оолитов и пизолитов [5], а также условия, в которых они могут сохраняться [10]. Г. Фабр [16] считает, что оолиты и изолиты образуются путем отложения карбонатного вещества около чуждого центра, который играет роль зародыша. Экспериментальные исследования Е. В. Рожковой и Н. В. Соловьева [7] показали, что пизолиты образуются в спокойной среде, а на их дальнейшее существование влияет ряд физических и химических факторов. По А. Мэтюзу [20], большинство пизолитов и оолитов сформировались около твердых зародышей, А. Н. Заварицкий же не исключает возможности их образования из коллоидов [3].

Оолиты и пизолиты обнаружены в 90 из 3000 пещер Болгарии. Вкладом в их изучение являются работы С. Пенчева [5], Д. Сыбева [8], Н. Т. Чолакова [12, 13], П. И. Трантеева [10]. Выводы этих авторов о генезисе пещерного жемчуга основаны главным образом на непосредственных наблюдениях. По их мнению, необходимым условием образования оолитов и пизолитов служит непрерывный приток насыщенного карбонатного раствора и колебательные или вращательные движения частиц. При этом формирование овальных, цилиндрических и дисковидных форм с гладкой поверхностью считается обусловленным более активной гидродинамической обстановкой, а «ежеподобных» — более спокойной. Н. Т. Чолаков [12] полагает, что отложение карбонатного вещества около некоторого центра зависит от количества воды и температурных изменений воды в окружающей воздушной среде. С точки зрения С. Пенчева [5], в холодных пещерных водах есть все условия для образования коллоидных растворов карбоната кальция. Попавшие в такой раствор чужие частицы быстро покрываются тонкой карбонатной оболочкой. Благодаря непрерывному притоку насыщенного карбонатного раствора они переворачиваются и начинают вращаться, причем их поверхность покрывается все новыми частицами карбоната кальция и все больше приближается к сферической. Возможно также образование пизолитов и оолитов из капающей воды.

Исходя из морфологического характера поверхности мы выделили три типа оолитов и пизолитов: «ежеподобные», «фарфоровые» (с гладкой поверхностью) и смешанные (рис. 1). Однако без минералогических и экспериментальных исследований определить с необходимой точностью генезис данных образований нельзя. В связи с этим было проведено минералогическое исследование «ежеподобных» пизолитов из Градешницкой (Рутовой) пещеры, которая находится в

Градешницком карстовом подрайоне Васильевского карстового района Старопланинской карстовой области (по схеме районирования В. Попова). Район относится к северному крылу Тетевенского антиклинория, точнее — к сложной Команской флекуре [15], в состав которой входят Градешницкий сброс, Маложелезницкая антиклиналь, Дамяницкая и Галатенская синклинали.

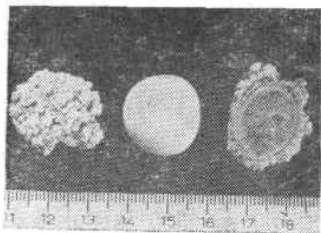


Рис. 1. Пизолиты «ежеподобные», «фарфоровые» и смешанного типа

Градешницкая пещера приурочена к одноименному сбросу. Она имеет три входа (рис. 2). После привходового зала начинается широкая галерея с подземной рекой (около 18 л/сек), которая питается в основном водами р. Градешницкой, поглощаемыми понорами. Местами в подземной галерее встречаются глинистые отложения. Пещера находится в среднетриасовых серо-синеватых известняках с содержанием CaCO_3 —

98,7%. В них выделяется две группы трещин



Рис. 2. План Градешницкой пещеры

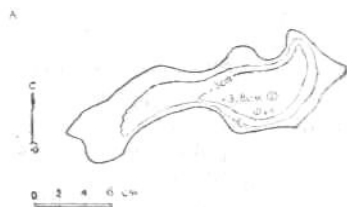


Рис. 3. Синтровое озерцо с пизолитами

западного и южного простирания. По этим водопрводящим каналам образовалась пещера и ее многочисленные натечные образования: сталактиты, сталагмиты, синтровые озерца, тарелочки, корки.

Синтровые озера и тарелочки наблюдаются довольно часто, в особенности там, где галерея резко изменяет свое направление. Именно на этих участках пересекаются группы трещин. Установлено, что в период значительных дождей из трещин свода капает и интенсивно течет вода,

которая способствует отложению на полу пещеры липкой глины. Капез формирует сталактиты и сталагмиты. Эта же вода переполняет синтровые озера, течет по полу галереи и вливается в подземную реку. Даже достигая максимального уровня, вода реки не заливает синтровых озер.

Исследования показали, что вмещающие породы имеют весьма низкий коэффициент проницаемости — $5 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2$, а для поровых промежутков $3,3 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$. Следовательно, в период дождей вода практически проникает в галерею не через поры, а через трещины. На нетрещиноватых и сухих участках сталактиты и сталагмиты отсутствуют. Редкие пизолиты образуются именно под такими сводами, в углублениях на дне синтровых озер и тарелочек, которые в сухие периоды покрываются тонкой и хрупкой карбонатной корочкой и постепенно высыхают (рис. 3, 4).

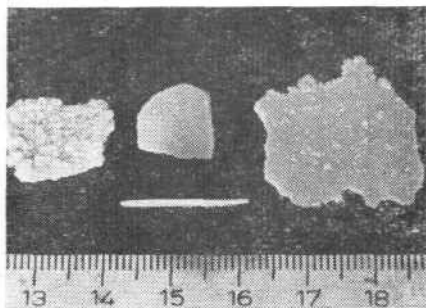


Рис. 4. Фрагменты карбонатной корочки, покрывающей синтровые озера

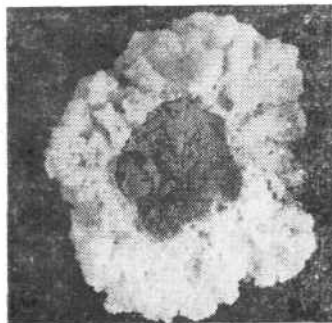


Рис. 5. Разрез пизолита (ув. х 6)

По сравнению с водой подземной реки вода из синтровых озер содержит почти в два раза больше кальция и гидрокарбоната, меньше магния и приблизительно такое же количество хлора и сульфатов; их рН — 5,86, рН речной воды — 3,10. Карбонатность этих вод в два раза выше карбонатности воды в реке. Таким образом, синтровые озера и тарелочки заполняются растворами повышенной карбонатности. При испарении — в отсутствии притока воды — они становятся все более насыщенными.

Пизолиты состоят из ядра и карбонатного слоя (рис. 5). Роль ядра выполняют комочки глины, реже — кристаллики кальцита. По данным полуколичественного спектрального анализа вмещающие породы и ядро пизолита содержат в

надкларковых количествах свинец, медь, марганец и серебро. Состав глинистого ядра и глин из наносного слоя аналогичен, но ядро имеет повышенное содержание тех элементов, которые характерны для вмещающих пород: свинца, меди, марганца и серебра. Внешний слой пизолитов по содержанию микроэлементов не отличается от вмещающих пород, а также от карбонатной корочки на синтровых озерцах (табл.).

**Результаты спектрального анализа проб
из Градешницкой пещеры, %**

Элементы	Вмещающий известняк	Глинистый наносный слой	Покрывающая карбонатная корочка	Ядро	Внешний слой
Pb (0,002)	0,01	0,003	0,003	0,1	0,03
Cu (0,0057)	0,05	0,003	0,01	0,03	0,003
Mn (0,067)	0,1	0,03	0,001	0,1	0,03
Sr (0,045)	0,01	0,01	—	0,01	0,01
Ba (0,08)	0,05	0,1	0,03	0,1	0,01
Ag (0,00001)	0,001	0,0001	0,0003	0,0003	0,0003
Cr (0,01)	0,001	0,003	0,01	0,01	—
Zn (0,008)	—	0,01	—	0,01	—
Mo (0,0002)	—	0,0001	—	0,0001	—
Co (0,002)	—	0,003	—	0,003	—
Ni (0,0095)	—	0,001	—	0,003	—
Sn (0,001)	—	0,0003	—	0,0003	—
V (0,003)	—	0,01	—	0,01	—
Ga (0,003)	—	0,0003	—	0,001	—
Be (0,0003)	—	0,0003	—	0,001	—

Не установлены As, Sb, W, Cd, Ge, Au, Te, Hg, Tl, In.

Установлено, что наносный глинистый слой в пещере состоит из монтмориллонита, гидрослюда, кварца, карбоната, каолинита, кальцита и доломита.

Поскольку количество глинистого вещества в ядре пизолита чрезвычайно мало, исследовать его этим методом не удалось. Пришлось использовать рентгенограмму, полученную по методу «резинового шарика». Точный минералогический состав глинистого вещества в ядре выясняется посредством

сравнения рентгенограмм с приложенной дифрактограммой.

Внешний слой пизолитов сложен кальцитом. В минералогическом отношении он не отличается от карбонатных образований на стенках синтровых озерца и от покрывающей их корочки. Исследование пизолитов с помощью электронного микроскопа подтвердило сходство минералогического состава ядра и глинистого наносного слоя пещеры, а также то, что внешний слой пизолита сложен только кальцитом. В нем на границе с ядром обнаружены отдельные глинистые и полуколлоидные частицы.

Наряду с минералогическими и геохимическими особенностями пизолитов выяснены и условия их образования. Наблюдения показали, что дождевая вода проникает в подземную галерею только по трещинам. При прохождении через известняки она насыщается карбонатным веществом, которое отлагается на полу галереи в виде синтров и тарелочек. Вместе с водой переносятся мельчайшие частицы глинистых минералов (монтмориллонита, гидрослюд, каолинита), кварца, кальцита. Часть их попадает в синтровые озерца и тарелочки. В сухие периоды приток гидрокарбонатного раствора к синтровым образованиям под сухими, нетрещиноватыми сводами галереи прекращается. Об этом можно судить и по отсутствию сталактитов. Синтровые озерца и тарелочки покрываются тонкой кальцитовой корочкой. Раствор под ней делается все более насыщенным. Не исключено, что в нем происходит коллоидообразование. Хрупкая корочка над раствором может сломаться. Тогда ее обломки попадают в синтровое озерцо или тарелочку и наравне с глинистыми частицами начинают играть роль зародыша. Вокруг него в спокойной обстановке, без вращательных и колебательных движений, начинается отложение карбонатного вещества, содержание которого в растворе непрерывно повышается в результате испарения, то есть для образования пизолитов в этих условиях нет необходимости в притоке карбонатного вещества. По мнению Трэйлкиля [21], отложение определяется степенью насыщенности раствора. Глинистые частицы при перенасыщении раствора способствуют образованию коллоидов, которые отлагаются около глинистых комочков. Благодаря неровностям dna нарастающие образования окружены карбонатным раствором со всех сторон.

Таким образом, размер пизолитов контролируется не только количеством насыщенного карбонатного раствора, но и продолжительностью времени, в течение которого обеспечивается их спокойный рост. Последний прекращается тогда,

когда через трещины снова проникают карбонатные растворы. Если минерализация новых вод выше предыдущей, то пизолит увеличивается в объеме. При более низкой концентрации он начинает растворяться вплоть до удаления внешнего слоя.

«Ежеподобные» пизолиты образуются в синтровых озерах и тарелочках с насыщенным гидрокарбонатным раствором. После того как приток воды к этим озерам и тарелочкам прекращается, они покрываются тонкой карбонатной корочкой. Под ней, около глинистых ядер или обломков растрескавшейся корочки, отлагается карбонатное вещество раствора. Размер пизолитов зависит от количества и от времени, в течение которого отлагается карбонатное вещество.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Е. В., Алексинский В. Я. Некоторые натечные образования Дивьей пещеры. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1965, вып. 5 (6).
2. Григорьев Д. П. Онтогенез минералов. Львов. ун-т, 1961.
3. Заварицкий А. Н. Об оолитовой структуре. — Тр. /Минерал музей АН СССР, 1929, т. III.
4. Максимович Г. А. Кальцитовые оолиты, пизолиты и конкреции пещер и рудников. — Зап. / Всес. минерал, об-во, 1955, ч. 84, вып. 1.
5. Пенчев С. Вълшебен свят. София, 1970.
6. Попов В. Градешнишката пещера. София, 1959.
7. Рожкова Е. В., Соловьев Н. В. К вопросу образования сферолитовых и оолитовых структур. — МОИП, отд. геол., 1937, т. XV (4).
8. Събев Д. Самуилица 2. — В бюл.: Родопски пещерняк. Чепеларе, 1965, бр. 12 (24).
9. Събев Д. Рупчоские пещери. София, 1967.
10. Трантеев П. И., Георгиев В. Б. Тайната на пещернте София, 1968.
11. Тинтилозов З. К. Карстовые пещеры Грузии. Тбилиси. 1976.
12. Чолаков Н. Т. Пещерный жемчуг Болгарии. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1964, вып. 4 (5).
13. Чолаков Н. Т. Ооло- и пизолитообразуване в някон наши пещери.— Научн. тр. /на Висшия пед. ин-т, 1965, т. 111, кн. 2.
14. Шумейко С. И. Электронно-микроскопическое изучение горного молока. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1978, вып. 17.
15. Cloos H. Gang und Gehwerk einer Falte. — Zeitschr Geol. Ges 1948, 100, 290 — 303.
16. Fabre G. Curieuse perles de caverne. P., 1976, N 1.
17. Forti P., Pasini G. Calcareous cave pearls with gypsum nuclei: An example of dissolution-precipitation equilibrium for the system calcite-gypsum. — Proc. 7 th Int. Speieol. Congr. Sheffield, 1977.
18. Hess F. Oolites or cave pearls in the bad caverns U. S. Nut Mus., 1929, N 2813, vol. 76.
19. Lombard A. Sries sedimentaires gcnese-evolution P. Masson et Cie Editeurs, 1972.
20. Matews A. Origin and growth of the Great Sault Zake oolite. — Bull. geol. Soc. A. 1930.
21. Thrailkill J. Carbonate equilibria in karst water. — Karst Hyd-rologi and Water Resorces, vol. 2. Proc. of the Yugoslavian symposium, Dubrovnik, 1975; Water Resources. Colorado, 1976.

С. В. Валуйский

Уралгипротранс

Ю. Е. Лобанов

УНИИхим

ГЛИНЯНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ И ЛУННОЕ МОЛОКО ПЕЩЕРЫ ГЕОЛОГОВ-II

В феврале 1976 г. в Усьвинском районе Пермской области, в 1,5 км западнее поселка Юбилейный, открыта пещера Геологов-II, третья по протяженности среди карбонатных пещер области [1, 3]. Ее длина 1500 м.

В пещере обнаружены отложения редкого типа, которые предлагается назвать глиняными сталагмитами. Единичные экземпляры их зафиксированы в гротах Чайный и Лунный, большое количество — в гроте Глиняных Сталагмитов, на глубине 110 м от входа. Последний представляет собой широтно ориентированную полость неправильной формы размером 30 · 10 м; высота его в центре 3—5 м, у стен 10—20 см. Пол грота завален глыбами известняка, покрытыми слоем глины толщиной до 0,5—1 м. На ней сохраняются лужи площадью до 0,5 м², глубиной 10—20 см. Они образуются в результате интенсивного капежа со свода и стен, вызванного интенсивной трещиноватостью пород, слагающих свод грота. В этих породах имеются прослойки аргиллитоподобной глины и глинистого известняка.

Обнаружены глиняные сталагмиты нескольких геоморфологических типов. У стен, где высота свода не превышает 0,5 м, наблюдаются тонкие длинные сплошные сталагмиты (рис. 1), высота которых (20—30 см) в несколько раз превосходит диаметр нижнего сечения (4—8 см). Сталагмиты имеют форму усеченного конуса с плоской вершиной, диаметр которой в 2—3 раза меньше, чем основание. Поперечное сечение их круглое с неровными краями. Сталагмиты этого типа расположены поодиночке.

В местах, где высота грота 0,5—2,5 м, встречаются массивные конусообразные сталагмиты в форме вулкана (рис. 2). Диаметр их нижнего сечения равен высоте или превосходит ее в 2—3 раза. Высота таких сталагмитов 20—40 см при нижнем диаметре 20—60 см. Поперечное сечение сталагмитов почти круглое, но часто неправильной формы. Поверхность волнистая. У многих из них на вершине образовались воронкообразные кратеры диаметром 3—10 см, переходящие в вертикальный канал диаметром 0,5—3 см, глубиной 20—

50 см. Внизу канал расширяется, образуя полость диаметром 3—15 см. Часто последняя заполнена водой, но иногда остается сухой, поскольку изнутри бронирована кальцитом. В местах, где высота свода достигает 1 м, некоторые сталагмиты имеют заполненный водой канал без полости.



Рис. 1. Глиняный сталагмит первого типа



Рис. 2. Глиняные сталагмиты второго типа. На переднем плане сталагмит вскрыт

Сталагмиты второго типа располагаются как отдельно, так и группами. Некоторые крупные сталагмиты осложнены более мелкими или пронизаны вертикальными каналами.

В глиняных отложениях, в местах, где высота грота превышает 3 м, обнаружены отрицательные эрозионные формы («антисталагмиты») в виде конусообразных углублений с верхним диаметром 10—30 см, ступенчато (по 0,5—1 см) сужающихся вниз до глубины 10—20 см. На стенках их видны вертикальные бороздки, оставленные падающими каплями воды (рис. 3). Дно углублений бронировано кальцитом, некоторые из них заполнены водой.

Генезис глиняных форм определяется рядом факторов. Главными из них являются наличие в инфильтрационной воде глинистых частиц и осаждение их из падающих капель. Таким образом, глиняные сталагмиты имеют, на наш взгляд, натечный характер. В свете этих наблюдений представление об эрозионном генезисе аналогичных образований в пещере Сумган-Кутук [2] представляется ошибочным.

Размер и форма образующегося сталагмита зависит в первую очередь от энергии падающей капли, то есть от высоты (h) свода (рис. 4). При малом h энергия капли, а следовательно,

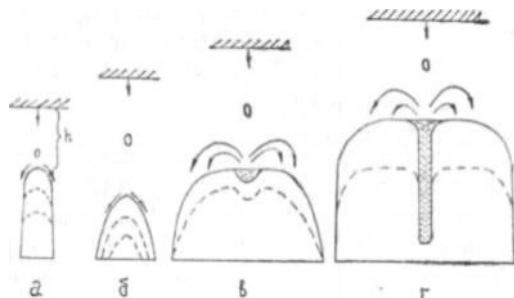
и скорость образующейся пленки жидкости в месте удара невелика, поэтому глинистые частицы успевают осесть вблизи этого места. В результате образуется тонкий сталагмит, сечение основания которого мало изменяется по



Рис. 3. Отрицательные эрозионные формы на глине

мере увеличения его высоты (см. рис. 4 а). Известное сужение сталагмита кверху связано с заметным относительным уменьшением h при увеличении высоты растущего сталагмита.

Рис. 4. Генетический ряд глиняных сталагмитов



При большом h вследствие повышения скорости движения жидкости в месте удара осаждение глины происходит в более удаленных точках, в связи с чем образуются более приземистые формы с четко выраженной конусностью (см. рис. 4 б). С дальнейшим увеличением h обнаруживается эрозионное воздействие падающей капли, выбивающей на верхушке сталагмита лунку. Если водопиток превышает скорость фильтрации, постоянный слой воды в лунке гасит энергию

удара, а слой глины на дне лунки увеличивается. При равновесии между процессами эрозии и седиментации и определенном h глубина лунки остается постоянной во времени. Рост же тела сталагмита происходит за счет разбрызгивания части капли и оседания глины из брызг на его поверхности. Такой эффект был получен в специальном эксперименте.

По мере возрастания h увеличивается поперечник сталагмита и радиус распространения брызг. При большом h происходит разбрызгивание в процессе удара о воду большей части капли и лишь незначительная часть содержащейся в ней глины оседает на дно углубления в сталагмите. В результате с ростом сталагмита углубляется и отверстие в его теле (см. рис. 4 г).

Если водоприток не восполняет отток воды при фильтрации ее через тело сталагмита, тонкие углубления образоваться не могут. Они должны были бы зарастать, так как отсутствие разбрызгивания обусловило оседание на дне приносимой глины. Консервация каналов возможна лишь при прекращении водопритока.

Описанные отрицательные эрозионные формы образуются при большом h , когда водоприток меньше оттока и отсутствует бронирующий слой воды. При уменьшении скорости фильтрации вследствие роста высоты сталагмита углубление может заполниться водой и начинает формироваться сталагмит, в нижней части канала которого сохраняется эрозионная полость (см. рис. 4 г).

В 25 м от входа, в гроте Белого Спелеолога, впервые в Пермской области обнаружены большие массы лунного молока. На восточной стене грота, под трещиной шириной 2—3 см, зафиксирован крупный мягкий нарост, преимущественно молочно-белого, в некоторых местах — бурого цвета. Высота его 160 см, ширина 50—60 см, мощность слоя 25—30 см. В плане натек имеет форму эллипса, в профиле — эллипса, усеченного по длинной оси. Отложения лунного молока мощностью 40 см и площадью в несколько квадратных метров отмечены также на стенах и своде в дальней части грота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зарницын Ю. А., Родионов В. В., Суптель А. П., Валуцкий С. В. Пещера Геологов-II. — В кн.: Карст Нечерноземья. Тез. докл. Перм. ун-т, 1980.
2. Лобанов Ю. Е., Голубев С. И. Необычные образования из глины в пещере Сумган-Кутук. — В кн.: Пещеры, Перм. ун-т, 1970, вып. 8—9.
3. Максимович Н. Г., Зарницын Ю. А. Рентгенометрическое изучение глиняных натек пещеры Геологов-II. — В кн.: Карст Нечерноземья. Тез. докл. Перм. ун-т, 1980.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЛОСТЕЙ

УДК 551.442

В. В. Толмачев

Дзержинская карстовая лаборатория ПНИИИС
**БАЛЛЬНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ
КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ**

При освоении закарстованных территорий возникает необходимость определить степень устойчивости отдельных участков по комплексу природных и техногенных факторов и признаков. Однако исходная информация часто оказывается далеко не полной. В этом случае целесообразна относительная оценка, достаточная для решения ряда инженерно-строительных задач (например, для выявления очередности освоения участков). Для такой оценки может быть применен метод баллов. Существенным недостатком его является субъективность в выборе числа баллов за тот или иной признак [7]. Большой объективности метода способствует учет при оценке природы изучаемого процесса.

На одном из участков железнодорожной магистрали в непосредственной близости от земляного полотна буровые скважины позволили обнаружить на глубине 40—60 м ряд карстовых полостей. На рассматриваемой территории периодически происходят карстовые провалы, что представляет потенциальную угрозу нормальной эксплуатации магистрали. Исходя из этого, службой пути дороги был принят ряд мер по повышению безопасности движения поездов. В частности, решили произвести тампонаж обнаруженных карстовых полостей цементирующим раствором. Эта работа весьма трудоемка, поэтому необходимо было прежде всего решить вопрос об очередности проведения тампонажных работ. Очевидно, в первую очередь должны тампонироваться наиболее опасные полости. Таким образом, появилась необходимость определить относительную степень опасности карстовых полостей.

Геологическое строение рассматриваемого участка (протяженность около 25 км) отличается большой неоднородностью. Карстующиеся сульфатные породы пермского возраста залегают на глубине 30—60 м. Сверху они перекрыты карбонатными породами (известняками, доломитами) и глинами того же возраста. Причем эти породы сильно разрушены, частично или полностью размыты. Мощность глин колеблется от 0 до 15,5 м. Сверху залегают аллювиальные пески, значительная часть которых водонасыщена.

Выявить степень относительной опасности карстовых полостей необходимо было на основе информации, полученной при инженерно-геологических изысканиях: размера полости по вертикали в месте бурения (провал инструмента), структурной особенности вмещающих полость сульфатных пород, агрессивности вод, степени заполнения полости продуктами обрушения, а также данных о вероятности провалов на указанном участке. Степень опасности карстовых полостей определялась при допущении, что образование провала на поверхности земли в данных природных условиях происходит чаще всего вследствие обрушения кровли полости при критических значениях b_k . Критический размер полости для соответствующих природных условий находился экспериментально, методом эквивалентных материалов [3].

Для того чтобы судить о степени опасности карстовой полости, необходимо установить (хотя бы с некоторой вероятностью) поперечный размер полости. Предположив, что поперечный профиль полости описывается параболой [4], можно определить минимально возможный в данных природных условиях поперечный размер полости b_o , соответствующий вертикальному размеру полости по вертикали h , который получен в результате бурения: $b_o = 2hf$, где f — коэффициент крепости породы кровли полости [5].

Очевидно, истинный размер полости находится в интервале от b_o до b_k . Средний предполагаемый размер полости $b_{cp} = \frac{b_k + b_o}{2}$.

Прогноз будет тем точнее, чем меньше разница между b_k и b_o . На точность прогноза (степень уверенности) целесообразно сделать соответствующую поправку.

Из математической статистики известно, что интервал, в котором случайная величина находится с вероятностью, близкой к 100%, равен $2 \cdot 3\Delta$, где Δ — среднее квадратическое отклонение. Полагая в нашем случае $b_k - b_o = 6 \Delta$, можно найти коэффициент вариации $\frac{\Delta}{b_{cp}}$. Степень

точности прогноза учитывается

с помощью коэффициента $K_o = 1 + \frac{\Delta}{b_{cp}}$. Тогда расчетный размер

полости $b_p = b_{cp} \cdot K_o$.

Очевидно, чем меньше $c = b_k - b_p$, тем более опасной можно считать данную карстовую полость (при прочих равных, условиях). Предварительный балл степени опасности может быть найден так:

$$B_o = \frac{c}{g}, \text{ где } g \text{ — цена балла, } g = \frac{c_{\max} - c_{\min}}{n}. \text{ Здесь } c_{\max} \text{ и } c_{\min} \text{ —}$$

соответственно максимальная и минимальная разности, определенные для n оцениваемых полостей.

Другие исходные данные используются при корректировке балла B_o с помощью поправочных коэффициентов K_i . При этом окончательный балл $B = B_o \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5$

Коэффициент K_1 позволяет учесть различие механизма провала на различных участках. При его определении предполагалось, что если мощность глин в кровле полости $H_r > 10$ м, то проникновение водонасыщенных песков в полость вследствие их суффозии невозможно и провал может образоваться только благодаря обрушению кровли. В этом случае $K_1 = 1$. При $H_r = 0$ провал возникает или путем обрушения кровли полости или же путем вымывания водонасыщенных песков в полость по трещинам в ее кровле. При $H_r = 0-10$ м $K_1 = 0,5+0,05 H_r$.

Коэффициент K_2 позволяет отразить различие в скорости растворения вмещающих полость сульфатных пород, различных по структуре [2]. При этом большим скоростям растворения соответствуют меньшие значения коэффициента. Так, для ангидрита $K_2 = 1,0$, для волокнистого гипса $K_2 = 0,38$.

Коэффициент K_3 дает возможность учесть различную агрессивность подземных вод по отношению к сульфатам. $K_3 = \frac{ПА}{[ПА]}$,

где ПА — произведение активности ионов Са и SO₄, [ПА] = 5,5 · 10⁻⁵ — произведение активностей этих ионов для неагрессивных вод.

Коэффициент K_4 позволяет зафиксировать влияние заполненности полости материалами обрушения на устойчивость ее кровли. Специальные исследования в этой области не проводились. Тем не менее первые эксперименты по моделированию устойчивости кровли полостей показали, что материал обрушения, не удаленный из полости, повышал устойчивость ее кровли примерно на 20%. Поэтому если полость заполнена горными породами, то $K_4 \approx 1,2$.

Коэффициент K_5 вычислялся исходя из следующих соображений. В результате анализа статистических закономерностей

образования карстовых провалов в исследуемом районе и результатов бурения скважин каждая карстовая полость, обнаруженная вблизи железнодорожного полотна, оценивалась по методике, изложенной в работе [6], вероятностью (P_n) того, что данная полость за определенный срок проявится на поверхности земли в виде провала.

Вероятностная оценка степени опасности карстовых полостей, основанная на учете большого числа факторов, влияющих на образование провалов, позволяет существенно уточнить оценку степени опасности полостей, определенную экспериментально. Однако вероятностная оценка содержит некоторую неопределенность, которая тем меньше, чем больше вероятность (P_n) отличается от 0,5. В то же время, чем меньше вероятность (P_n), тем устойчивее полость. Именно с учетом данного обстоятельства целесообразно откорректировать полученный балл. Прибегнем с этой целью к так называемой энтропии, служащей мерой неопределенности [1].

Применительно к рассматриваемой задаче энтропия

$$e = -(P_n \log_2 P_n + (1 - P_n) \log_2 (1 - P_n)),$$

где P_n — вероятность того, что данная полость проявится на поверхности земли в виде провала. Если $P_n < 0,5$, поправочный коэффициент $K_5 = 1 - e$, если же $P_n > 0,5$, $K_5 = e$.

По величине итогового балла B оценивалась относительная степень опасности карстовой полости, а с учетом организационно-технологических особенностей работ по тампонажу полостей — очередность проведения этих работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабаш Ю. Л., Барский Б. В. и др. Вопросы статистической теории распознавания. М., 1967.
2. Горбунова К. А. Карст гипса СССР. Перм. ун-т, 1977.
3. Давыдько Р. Б., Толмачев В. В. О моделировании механизма карстовых провалов. — В кн.: Тр. ПНИИИС, 1977, т. 47, с. 123—133.
4. Протодяконов М. М. Давление горных пород и рудничное крепление. М.; Л., 1931, ч. I.
5. Справочник по инженерной геологии. М., 1968.
6. Толмачев В. В. Об оценке эффективности противокарстовых мероприятий на железных дорогах. — В кн.: Тр. МИИТ, 1968, вып. 319, с. 45—49.
7. Трофимов А. М. Математические методы в физической географии. Казан. ун-т, 1977.

В. Н. Дублянский

Симферопольский университет

В. В. Илюхин

Всесоюзная секция спелеологии

Ю. Е. Лобанов

УНИИхим

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

В 1958—1980 гг. на территории СССР открыто и исследовано около 5000 различных карстовых полостей, в том числе крупнейшие пещеры в гипсах (Оптимистическая, 144 км; Озерная, 104 км и др.), конгломератах (Орешная, 11 км), крупные пещеры в известняках (Красная, 13,1 км; Воронцовская, 11,7 км), глубокие естественные шахты (Киевская, 950; Снежная, более 1000 м и др.) [3].

В эти же годы в СССР и за рубежом интенсивно развивалась теоретическая спелеология. Одной из основных проблем ее является получение объективных морфометрических показателей, которые можно использовать не только для сравнения различных полостей, но и для уточнения их генезиса и построения классификационных схем. Эта проблема в отечественной литературе специально не обсуждалась, хотя ее касаются в ряде работ [2, 4, 7, 8, 9, 10].

В основе статьи лежат исследования авторов, анализ литературных материалов и материалы дискуссии на Всесоюзном семинаре инструкторов-методистов в 1979 г.

Морфометрические показатели карстовых полостей определяются посредством подземной топографической съемки. В советской спелеологии распространена методика полуинструментальной магнитной съемки [1, 4]. Магнитный азимут измеряется горным компасом или буссолью, расстояние — нерастягивающимся мерным шнуром длиной 5, 10 или 20 м с метровыми марками, вертикальные углы — эклиметром или маркшейдерским угломером. При этом возможна ошибка, достигающая в отдельных случаях 4,5%. Для удобства принято, что ошибка в определении основных параметров карстовых полостей (протяженность, глубина, площадь пола) в среднем составляет $\pm 5\%$. Так как для измерения высоты крупных залов обычно используют косвенные методы, ошибка в среднем составляет ± 10 — 20% . Такой точности вполне достаточно для решения всех спелеологических, геологических и гидрогеологических задач, возникающих на этапе маршрутных

исследований. Исключение составляет установление глубины сложных вертикальных полостей и относительной высоты отдельных частей пещерных лабиринтов. Для определения превышения применяют гидронивелир (ошибка порядка $\pm 2,0\%$). Описанная методика топосъемки позволяет достигнуть четвертого градуса точности международной шкалы (самая высокая точность, получаемая при использовании специальных приборов, соответствует седьмому градусу [11]). Карстовые формы подразделяются на поверхностные (карры, поноры, воронки, рвы, гроты, котловины, поля) и подземные (колодцы, шахты, пещеры). Однако четких критериев различения отдельных поверхностных и подземных форм нет. Авторы предлагают отделять поверхностные формы от подземных по морфометрическим данным. В журналах топосъемки содержатся сведения о расстоянии между точками съемки (l_i), их относительном превышении ($\pm h_i$), ширине (b_i) и высоте (k_i) хода в каждой точке. Обработка материалов

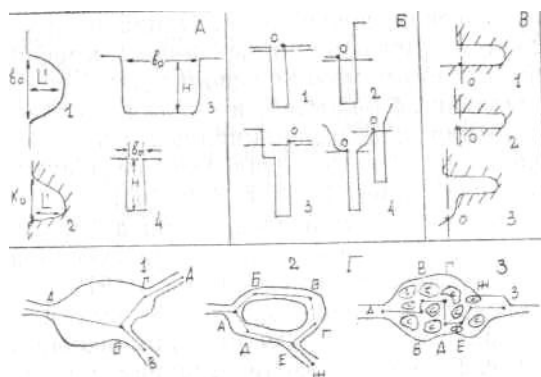


Рис. 1. Принципы получения морфометрических характеристик карстовых полостей:
 А — разделение карстовых форм на поверхностные и подземные: 1. план; 2. разрез $L' \leq b_0$; $L' \leq k_0$. (грот); 3,4. разрезы карстовой формы, 3. $H \leq b_0$ (карстовая воронка); 4. $H > b_0$ (карстовый колодец).
 Б — определение начальной

точки съемки вертикальных полостей (разрез).

В — определение начальной точки съемки горизонтальных полостей (разрез).

Г — принцип непрерывности при топосъемке карстовых полостей (план): 1. $L = AB + BV + BГ + ГД$; 2. $L = AB + BV + ВГ + ГЕ + АД + ДЕ + ЕЖ$; 3. $L = AB + БЖ + ЖЗ$

топосъемки дает возможность получить интегральные характеристики: глубину полости (Н) и ее проективную длину (L'). Формы рельефа, у которых $L' \leq b_0$ и $L' \leq k_0$, следует считать гротами или навесами, формы, имеющие $H \leq b_0$, — воронками (b_0 и k_0 — ширина и высота полости у входа). Более протяженные или глубокие формы называются соответственно пещерами, колодцами или шахтами (рис. 1 А).

При выборе начальной точки съемки подземных полостей иногда возникают трудности [11, 12, 15]. В процессе картирования вертикальных полостей нулевую точку съемочного хода следует располагать на горизонтальной плоскости, проходящей через самый низкий элемент рельефа, которого можно достичь, не применяя приемы скалолазания и технические средства (см. рис. 1 Б). При картировании горизонтальных полостей нулевая точка располагается под сводом, на вертикальной плоскости, пересекающей дно или свод пещеры в крайней точке, доступной для человека (см. рис. 1 В).

При съемке карстовых полостей следует придерживаться принципа непрерывности, заключающегося в том, что съемочные ходы прокладываются по всем галереям и внутренним колодцам [12]. Проходы в глыбовом зале не картируются, при расчетах учитывается длина или глубина зала от входа в глыбовый завал до выхода из него (см. рис. 1 Г).

Материалы топосъемки позволяют определить ряд морфометрических показателей карстовых полостей. Их можно разделить на несколько групп.

Линейные показатели

b_{cp} — средняя ширина хода, м. Рассчитывается по топосъемочному журналу или по плану полости:

$$b_{cp} = \frac{\sum b_i}{n},$$

где n — число замеров.

k_{cp} — средняя высота хода, м. Вычисляется по топосъемочному журналу или по продольному разрезу полости.

$$k_{cp} = \frac{\sum k_i}{n},$$

H — глубина (высота) полости, м. Определяется как разность отметок входа и нижней (— H) точки или входа и верхней (+ H) точки полости.

G — амплитуда полости, м. Рассчитывается как разность отметок верхней и нижней точек полости (если верхняя точка располагается выше входа).

L — протяженность, м. Определяется по развертке полости или по топожурналу. Представляет собой сумму глубин всех уступов, колодцев, шахт и длин разделяющих их наклонных ходов. Рекомендована Международным спелеологическим союзом [12] как реальная величина, соответствующая пути, проходимому под землей исследователем и подземными водами.

L' — проективная длина, м. Вычисляется по плану как сумма проективных длин всех ходов ($l_i' = l_i \times \cos \alpha$). Для горизонтальных полостей $L' = L$, для наклонных $L' < L$; для вертикальных $L' = 0$.

Кроме перечисленных линейных характеристик карстовой полости определяются три очень важные линейные характеристики вмещающего ее геологического пространства. Любую карстовую полость можно вписать в параллелепипед, размер ребер которого H_k (соответствует H или G); L_k (расстояние в плане между двумя наиболее удаленными точками полости по ее длинной оси), B_k (расстояние в плане между двумя наиболее удаленными точками по перпендикуляру к длинной оси). Эти величины получили в отечественной литературе название ребер параллелепипеда Корбеля [13].

Площадные показатели

S — площадь полости, m^2 . Вычисляется по плану методом наложения палетки или по соотношению $S = L' \times b_{cp}$. Иногда понятие «площадь полости» становится неопределенным (горизонтальная труба; узкая, непроходимая в нижней части

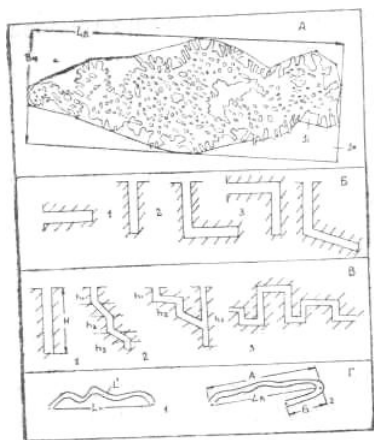


Рис. 2. Принципы расчета морфометрических характеристик карстовых полостей:

А — площадь, занятая пещерой (S' и S ; :).

Б — индекс вертикальности (I_b);

1. $I = 0$; 2. $I = 1$; 3. $I = 0,5$.

В — коэффициент вертикальности (K_b): 1. $K_b = 1$; 2. $K_b < 1$; 3. $K_b > 1$.

Г — индекс развития (1) и коэффициент извилистости (2)

трещина, где можно передвигаться лишь в распоре). В этих случаях площадь полости условно определяется в сечении, проходящем на уровне ног съёмщика.

S' — площадь карстового массива, занятая полостью. Ее можно установить по плану как площадь многоугольника, описанного вокруг полости (рис. 2), что требует дополнительных построений и вносит неопределенность, поскольку выбор формы этого многоугольника произволен. Поэтому для расчета следует использовать полученные ранее величины L_k и $B_k \cdot S_k = L_k \cdot B_k$. При этом S_k несколько больше, чем S' , однако является объективной и позволяет сравнивать различные полости. S_k всегда больше S , причем разница между ними тем больше, чем сложнее конфигурация полости.

Объемные показатели

V — объем полости, m^3 . Для любой полости $V = \sum V_i$, где V_i — объем различных по морфологии участков. Для горизонтальных полостей

$$V_i = S_i \cdot k_i \cdot \alpha$$

где S_i — площадь расчетного участка, k_i — ее средняя высота, α — коэффициент формы поперечного сечения (0,5 — для треугольного; 0,78 — для кругового или эллиптического; 1,0 — для прямоугольного) [43]. Более точно объем вертикальных полостей определяется по универсальной формуле Симпсона

$$V_i = \frac{H}{b} (S_1 + 4S_2 + S_3),$$

где H — глубина полости, S_1 , S_2 , S_3 — площади нижнего, среднего и верхнего сечения.

Q — коэффициент пустотности Корбеля [13]. Характеризует объем блока, в котором заложена полость.

$$Q = L_k \cdot B_k \cdot H_k.$$

Ж. Корбель предлагал выражать ребра параллелепипеда в сотнях метров (т. е. при $L_k = 1815$ м вводить в расчет величину 18, 15 и т. д.). В настоящее время обычно используется иная расчетная формула, где L_k , B_k и H_k выражаются в метрах [14]:

$$Q = \frac{L_k \cdot B_k \cdot H_k}{10^6}.$$

Безразмерные отношения

Существует довольно большой набор безразмерных отношений, использование которых весьма перспективно для морфогенетического анализа.

$I_b = \frac{H}{L}$ — индекс вертикальности (предложено авторами). Может

меняться от 0 (для горизонтальных) до ± 1 (для вертикальных полостей). Если $H > L$, то $H/L > 0,5$, если $H < L$, то $H/L < 0,5$. Это дает основание выделять группы горизонтально-вертикальных и вертикально-горизонтальных полостей не по качественным [10], а по количественным признакам (см. рис. 2 Б). Отрицательный

индекс $\left(I_b = \frac{-H}{L} \right)$ характеризует пещеры и шахты-поноры [2],

положительный $\left(I_b = \frac{+H}{L} \right)$ — пещеры-источники.

$K_b = \frac{\sum h_i}{H}$ — коэффициент вертикальности (предложено

авторами). Для полостей, состоящих из одного ствола, $K_b=1$; для каскадных систем $K_b < 1$; для сложных пространственных лабиринтов и сифонных каналов K_b может быть и больше 1 (см. рис. 2 В). Сложные полости первоначально классифицируют по этому признаку, а при дальнейшем морфогенетическом анализе используют частные значения для отдельных частей полости, где K_b всегда меньше 1 [5].

K_u — коэффициент извилистости. Предложен в 1950 г. Пиншемелем [15]

как индекс развития. $I_d = \frac{L'}{L_k}$ (см. рис. 2 Г). Он является весьма устойчивым

показателем извилистости карстовых водоносных систем. Например, модальное значение I_d для 181 пещеры Франции равно 1,35 [15], а для 193 пещер Крыма — 1,33 [2]. Как показал анализ, необходимо учитывать извилистость водоносной системы не только в плане, но и в вертикальной плоскости. Поэтому в расчеты следует вводить не L' , а L . Карстовая водоносная система часто образует в горном массиве пространственную спираль, отдельные ветви которой могут заходить друг под друга. В этом случае вместо L_k учитывать следует L_u , равную сумме кратчайших расстояний между концами направленных в разные стороны ветвей спирали (см. рис. 2 Г). $L_u = A + B$.

Коэффициент извилистости $K_u = \frac{L}{L_u}$, рассчитанный для группы

карстовых полостей массива или района, характеризует величину пути, проходимого подземными водами. Этот

коэффициент следует вводить в расчеты для определения истинного пути, пройденного красителем, и скорости движения воды. Чтобы рассчитать K_u для пещер-лабиринтов, необходимо определить его для каждой галереи, а затем найти среднее значение.

$$K_s = \frac{S}{S_k} \text{ — коэффициент площадной закарстованности. Дает}$$

представление о степени пораженности массива карстом в плане.

$$K_v = \frac{V}{Q \cdot 10^6} \text{ — коэффициент объемной закарстованности.}$$

Характеризует степень пораженности массива карстом в объеме. Применение обоих показателей при S' и $Q \cdot 10^6$ позволяет получить несколько заниженные, но зато сравнимые значения K_s и K_v .

Размерные отношения

В 1969 г. Г. А. Максимович ввел понятие об удельном объеме (объем карстовой полости в m^3 на 1 м длины). Дальнейший анализ [2] обнаружил большую информативность показателя. Удельный объем следует рассчитывать не на единицу длины полости, а на единицу ее протяженности:

$$V_y = \frac{V}{L} \frac{m^3}{m}.$$

В морфометрии карстовых полостей весьма перспективно применение основ топологии. Одним из информативных показателей может быть

коэффициент связности: $K_{св} = \frac{n}{S}$, где n — число пересечений ходов (узлов), s — площадь полости. Для полостей без пересечений он равен 0, по мере увеличения разветвленности системы показатель возрастает.

Кроме рассмотренных морфометрических показателей можно ввести ряд

других: параметры параллелепипеда Корбеля $\left(\frac{H_k}{L_k}, \frac{H_k}{B_k}, \frac{B_k}{L_k} \right)$; коэффициенты

закарстованности, рассчитанные как проекции площади продольного и поперечного сечений пещеры на боковые грани параллелепипеда Корбеля, и т. д. Анализ морфометрических данных крупнейших карстовых полостей СССР свидетельствует о том, что на данном уровне картографирования карстовых полостей использование таких показателей не позволяет получить существенно новой информации.

Рассмотренные морфометрические показатели применяются: 1) при сравнении различных карстовых полостей и отнесении

**Морфометрическая характеристика 20 крупнейших карстовых пещер (А)
и шахт (Б) СССР**

Пещера или шахта	Карстовый массив	L, км	H, м	S, тыс.м ²	V, тыс. м ³	$\frac{H}{L}$	$\frac{L}{L_k}$	K _B	K _S	K _V	Q
А. Оптимистическая	Подольский	144,0	20	200	450	—	—	—	0,05	0,0053	82,1
Озерная	»»»	104,0	20	310	640	—	—	—	0,19	0,0200	32,1
Золушка	»»»	40,0	30	120	420	—	—	—	0,09	0,0101	41,2
Кристалльная	»»»	22,0	10	38	110	—	—	—	0,08	0,0239	4,6
Млынки	»»»	15,0	10	30	45	—	—	—	0,23	0,0346	1,3
Красная	Долгоруковский	13,1	+135	50	190	0,01	2,8	—	0,02	0,0006	314,0
Воронцовская	Ахцу	11,9	300	33	128	0,03	—	—	0,02	0,0003	420,8
Орешная	Баджейский	11,0	190	48	150	0,02	—	—	0,14	0,0023	66,5
Сумган-Кутук	Кутукский	8,2	130	30	200	0,02	—	—	0,12	0,0063	31,7
Вертеба	Подольский	7,8	10	23	47	—	—	—	0,25	0,0522	0,9
Б. Киевская	Кырк-Тау	1,8	950	3	36	0,52	2,5	0,79	0,08	0,0011	32,3
Снежная	Бзыбский	2,3	720	11	150	0,31	3,4	0,66	0,12	0,0023	62,9
Парящая птица	Фиштинский	1,0	517	1	16	0,52	3,2	0,78	0,06	0,0002	6,8
Солдатская	Карабийский	2,1	500	4	16	0,42	2,7	0,94	0,04	0,0003	55,8
Назаровская	Алекский	5,6	500	6	27	0,09	3,4	1,65	0,02	0,0002	116,8
Заблудших	»»»	0,9	470	2	9	0,51	2,5	0,51	0,07	0,0006	15,0
Октябрьская	»»»	0,7	450	1	4	0,69	2,1	0,40	0,14	0,0009	4,9
Нежданная	»»»	0,9	420	2	14	0,45	2,2	0,72	0,07	0,0015	9,6

.....

Окончание

Пещера или шахта	Карстовый массив	L, км	H, м	S, тыс.м ²	V, тыс. м ³	$\frac{H}{L}$	$\frac{L}{L_k}$	K _B	K _s	K _v	Q
Ахтиарская	Арабика	0,8	410	2	40	0,52	2,4	0,70	0,10	0,0055	7,3
Каскадная	Ай-Петринский	1,0	400	3	48	0,41	2,4	1,00	0,13	0,0045	10,6

их к различным классам по протяженности, глубине и площади, объему, удельному объему [2, 7], коэффициенту Корбеля [14]; 2) для оценки геологических и инженерно-геологических условий карстовых массивов [6, 15]; 3) с целью установления различий в закарстованности различных районов (для этого используются как средние показатели, так и анализ их распределений, в частности λ — критерий А. Н. Колмогорова, Н. В. Смирнова [23]); 4) для уточнения принадлежности данной карстовой полости к той или иной генетической группе и при анализе условий ее формирования [2, 5]. Последнее направление представляется наиболее перспективным.

Применение морфометрических методов позволит разработать объективные критерии классификации карстовых полостей по происхождению и морфологии. В таблице приведены основные морфометрические данные 20 крупнейших карстовых полостей СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дублинский В. Н. Топографическое изучение карстовых полостей. — В кн.: Тр. Всесоюзного совещания по методике изучения карста. Перм. ун-т, 1963, вып. 9, с. 7—26.
2. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты горного Крыма. Л., 1977, с. 1 — 182.
3. Дублянский В. Н. Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1978, № 2, с. 93—99.
4. Илюхин В. В., Дублянский В. Н. Путешествия под землей. М., 1968.
5. Лобанов Ю. Е., Голубев С. И. Морфогенетическая классификация карстовых полостей Урала. — В кн.: Исследование карстовых пещер в качестве экскурсионных объектов. Сухуми, 1978, с. 182—184.
6. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963, с. 1—444.
7. Максимович Г. А. Некоторые вопросы морфометрии карстовых полостей. — В кн.: Вопросы карстоведения. Перм. ун-т. 1969, с. 137—143.
8. Соколов Д. С. Основные условия развития карста. М., 1962, с. 1—332.
9. Тинтилозов З. К. Карстовые пещеры Грузии. Тбилиси, 1976, с. 1—275.
10. Чикишев З. К. Карстовые пещеры СССР. М., 1973, с. 1 — 136.
11. Chabert Cl. De la precesion des topographies.— Spelunca. Mem., 1975, N 8, p. 235 — 236.
12. Comission des grandes cavites. Comptesrendu des reunions lors du VII Congres Intern, de spel. — Sheffield, 1977, p. 1 — 11.
13. Corbel J. Les grandes cavites de France. Ann. spel., 1959, v. 14, N 1—2, p. 31—47.
14. Gonzalez M. A., Valdes Ramos J. J. Introduction de metodos geomorfologicos e hidrogeologicos cuantitativos en evaluacion de siste-mas cavemarias. — Rev. technologica, 1974, v. 12, y. 29 — 39.
15. Renault Ph. La morphometrie speleologique. — Spelunca. 1972, N2, p. 51—57.

А. И. Тараканов
Камчатское отделение Дальтисиз
И. В. Мелекесцев
Институт вулканологии ДВНЦ АН СССР
**ДЕФОРМАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ НАД ПУСТОТАМИ В
ЛАВАХ КАМЧАТКИ**

Некоторые деформации поверхности земли в районе Ключевской группы вулканов связаны с наличием в лавовых потоках пустот. Такие деформации в пос. Ключи наносят ущерб народному хозяйству: вызывают разрушение зданий, поломку сельскохозяйственной техники, гибель домашнего скота и порчу пахотных земель. Обычно лавы прикрыты слоем пеплового материала, и о наличии пустот в них судят лишь по косвенным признакам. Деформации рыхлого покрова над пустотами в лавах сходны с суффозионными и карстовыми. Строение лавовых пустот имеет целый ряд особенностей.

Газовые пузыри — относительно небольшие по объему полости, образованные в результате отделения газа от магматического расплава [1]. По форме пузыри бывают округлые, эллипсоидальные, линзовидные, в поперечнике обычно несколько сантиметров, реже несколько дециметров.

Трубчатые газовые полости — вертикальные и слабонаклонные — обусловлены небольшим выходом пара и газа из раскаленных лав. Диаметр их обычно менее 1,5 см, а высота над основанием лавового потока не более 60 см.

Спиракулы — вертикальные цилиндрические отверстия, представляющие собой каналы прорыва пара при натекании горячих лав на влажную поверхность [1]. Спиракулы могут быть «слепыми», то есть заканчивающимися в теле потока, и «сквозными», то есть проходящими через весь слой. Диаметр их достигает 7—9 м, а высота 25 м.

Лавовые трубы и пещеры — слабонаклонные пустоты в теле лавового потока. В период вулканического извержения движущийся из жерла магматический расплав неравномерно охлаждается. Это сказывается на его вязкости и подвижности. Внешняя часть, соприкасаясь с воздухом, затвердевает, а внутренняя остается мобильной длительное время. По центральной части лавового потока продвигаются новые порции расплава. В случае прорыва лавовой корки происходит отток жидких порций лав и опустошение потока. Это приводит к образованию протяженных отверстий — труб и пещер.

Трубы в отличие от пещер более округлые (рис. 1), менее вытянутые и в поперечнике имеют сравнительно небольшие размеры (0,7—1,5 м). Высота пещер достигает 8—10 м, а ширина — 20—25 м. Длина тех и других составляет сотни метров и даже километры. Подобные образования в лавах описаны И. В. Мушкетовым [3], Г. Макдоналдом [1]. Одна из пещер была детально изучена Институтом вулканологии ДВНЦ АН СССР [4]. Строение ее приведено на рис. 2.

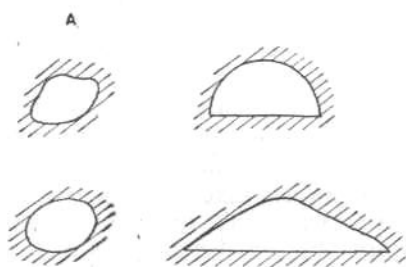


Рис. 1. Поперечный разрез: А — лавовые трубы (вулканы Хулалалаи и Килауэа, остров Гавайи). Б — лавовые пещеры (вулкан Толбачик, полуостров Камчатка)

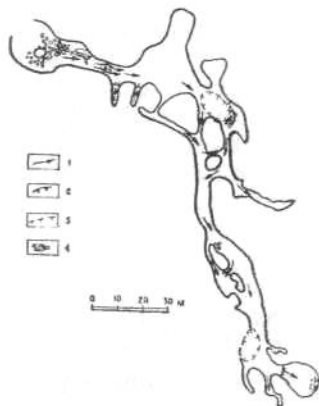


Рис. 2. План и разрез пещеры-лавовода (по Ю. Б. Слезину): 1 — направление течения лавы; 2 — уступы («лавопады»); 3 — провалы кровли; 4 — нагромождения освободившихся глыб

Лавовые трубы и пещеры служат природными дренажными системами. В них скапливается рыхлый пепловый материал, приносимый подземными водами либо проникающий через отверстия в сводах пустот.

Рассмотрим поверхностные типы деформаций рыхлого чехла над описанными выше пустотами.

Желоба, щели, коридоры — вытянутые впадины с крутыми и отвесными стенками. Возникают вследствие гравитационного обрушения кровли лавовых труб и пещер при небольшой мощности рыхлого чехла либо при его полном отсутствии. Протяженность желобов, щелей и коридоров обусловлена длиной разрушенных участков сводов лавовых труб, пещер.

Колодцы — вертикальные углубления с отвесными стенками. Образуются в рыхлом чехле благодаря быстрому и полному «поглощению» материала покровного чехла пустотами. Поверхностные и подземные воды, по-видимому, существенно активизируют процесс образования данных форм. Диаметр их различен и зависит от размеров лавовых пустот под рыхлым чехлом.

Воронки — самый распространенный вид деформаций поверхности над лавовыми пустотами. Представляют собой конусообразные углубления. Диаметр их обычно 3—8, иногда 10—20 м. Глубина изменяется в пределах 3—5 м. Известны воронки глубиной 8 м (пос. Ключи). Развита они над лавовыми пустотами. Описываемые формы рельефа встречаются и по одиночке, и в различных сочетаниях друг с другом — вложенные, групповые. Нередко они расположены в виде цепочек. По происхождению можно выделить два основных типа воронок: провальные (гравитационные) и суффозионно-гравитационные.

Воронки обоих типов хорошо поглощают поверхностные воды и атмосферные осадки. Часто к воронкам приурочиваются временные водные потоки, что приводит к превратному представлению о преобладающей роли воды в образовании данных форм. Вода, проникая в лавовые пустоты, приносит рыхлый материал, который постепенно заполняет свободное подземное пространство. Продольный перенос твердого вещества в пустотах водными потоками способствует активизации его вертикального перемещения в развивающихся воронках.

В отличие от воронок, возникающих над пустотами, на территории лавовой равнины в районе пос. Ключи развиты и воронкообразные впадины («ложные воронки»), являющиеся отражением неровностей погребенного скального субстрата.

Котловины — замкнутые депрессии рельефа, поперечник которых 100—200 м. Обычно они чашеобразные. Формируются за счет слияния нескольких воронок либо в результате длительного развития отдельных воронок над наиболее крупными и протяженными пустотами.

Образование перечисленных форм рельефа является следствием перемещения материала, слагающего рыхлый покровный чехол в пустоты подстилающих лав. Над пустотами происходят самые разнообразные процессы и явления: капеж и просачивание подземных вод; сухое течение тонкодисперсного пеплового материала («сыпуны»); суффозия; боковой отпор и вывалы пород; сдвижение пород и проседание поверхности

земли; водная эрозия. В «чистом» виде ни один из перечисленных процессов не наблюдается. Поэтому целесообразно выделять факторы, которые играют главную роль в образовании воронок.

Если входных отверстий в пустоты нет, то указанные процессы над лавовыми трубами и пещерами происходить не могут. Отверстия в сводах, существующие с момента образования лавовых потоков или внезапно возникшие, являются местом активного массопереноса, в первую очередь — вертикального перемещения твердого вещества вниз, в свободное пространство.

Следовательно, воронкообразование обусловлено проницаемостью кровли, зависящей, в свою очередь, от наличия в ней отверстий (до нескольких квадратных метров), подобных тем, которые наблюдались С. А. Федотовым и другими [4] в сводчатых «потолках» пещер на Толбачинском доле (см. рис. 2).

На формирование отверстий указанного типа влияют следующие факторы:

1. Горное давление. За счет вулканизма в данном районе постоянно происходит накопление пеплово-пирокластического материала. Средняя скорость накопления около 3,2 см за последние 100 лет [2]. С момента образования лавового покрова в районе пос. Ключи (верхний плейстоцен) мощность покровного чехла достигла 6—15 м; удельная нагрузка благодаря весу накопленных осадков на кровлю лавового субстрата возросла до 0,06—0,15 МПа. Эта нагрузка является предельной для некоторых участков кровли пустот и может вызвать их деформацию.

2. Сейсмические нагрузки. Данный район входит в сейсмически активную зону с расчетной интенсивностью землетрясений 7 баллов при указанной частоте повторяемости. Кроме того, на территории происходят частые вулканические землетрясения. Переменные колебания порождают дополнительные вертикальные и горизонтальные нагрузки на горные породы, уменьшают их прочность и разрушают отдельные части кровли.

3. Сезонное увлажнение. Инфильтрационные воды, активно поглощаемые пеплово-пирокластическим материалом, создают дополнительное давление на кровлю лавовых пустот. При коэффициенте пористости рыхлых отложений 1,5—3,5 и полном заполнении пор водой нагрузка возрастает в 2—3 раза. Это, безусловно, может сказаться на устойчивости сводов. Атмосферные осадки, проникающие через воронки в пустоты, способствуют увеличению входных отверстий.

4. Инженерная деятельность человека. Строительство сооружений, работа вибрационных механизмов, неорганизованный сброс сточных вод и т. п. активизируют процесс разрушения кровли пустот и возникновения воронок над входными отверстиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макдоналд Г. Вулканы. Наука о Земле. М., 1975.
2. Мелекесцев И. В., Краева Т. С., Брайцева О. А. Почвенно-пирокластический чехол и его значение для тефрохронологии на Камчатке. — В кн.: Вулканические фации на Камчатке. М., 1969.
3. Мушкетов И. В. Физическая геология, т. 1. Общие свойства и состав Земли. Вулканизм, землетрясения, техника. Л., 1924.
4. Федотов С. А. и др. Хронология и особенности Южного прорыва Большого трещинного Толбачинского извержения 1975—1976 гг. — В кн.: Геологические и геофизические данные о Большом трещинном Толбачинском извержении 1975—1976 гг. М., 1978.

АРХЕОЛОГИЯ ПЕЩЕР

УДК 930.26:551.44

В. М. Муратов, Э. О. Фриденберг
Институт географии АН СССР
ДАХОВСКАЯ ПЕЩЕРА

Даховская пещера расположена на северном склоне большого Кавказа, в эскарпе Скалистого хребта, на высоте 350 м над уровнем р. Белой [2]. Она исследовалась археологом А. А. Формозовым в 1958—1960 гг. [3]. Нами пещера изучалась в 1965—1966 гг., в работе принимали участие П. У. Аутлев и А. К. Маркова.

Даховская пещера выработана в верхнеюрских известняках в месте пересечения двух трещин. Относится к коридорному типу (рис. 1). Обследованный участок пещеры состоит из трех частей: привходовой, основного зала и коридора. На ее стенах прослеживаются эрозионные уровни. В верхней части стен, особенно северной, выступают более устойчивые пласты. В пещере необычно много (для пещер Западного Кавказа) пещерной глины. Ею покрыты стены основного зала, пол, все незначительные углубления и выступы. В пещере почти нет карбонатных натеков.

В свое время А. А. Формозовым был заложен основной раскоп перед входом в пещеру и пройден шурф в коридоре в 10 м от входа. Шурф достиг скального дна на глубине 150—170 см. Он вскрыл толщу рыхлых отложений с остатками энеолитических культур. В основном раскопе был зафиксирован культурный слой с немногочисленными предметами мустьерской индустрии и костями таких млекопитающих, как мамонт, зубр, гигантский олень, горный козел, пещерный медведь, тигролев, лесной кот, пещерная гиена, волк, лиса, барсук, заяц, хомяк, черепаха, а также птиц (по определению Н. К. Верещагина).

Авторы изучали пещеру два полевых сезона. Сначала был очищен основной привходовый раскоп А. А. Формозова. Рыхлые отложения залегают здесь в двух желобах, разделенных

огромным блоком (рис. 2). А. А. Формозов считал, что блок представляет собой часть обвалившегося потока [3].

Для выяснения генезиса центрального блока было решено послыбно взорвать его. Удалось установить, что центральный блок сложен коренными породами и является частью основного массива известняков. С двух сторон он прорезан глубокими эрозионными бороздами, заполненными рыхлыми отложениями. Разрезы желобов привходовой части приведены на рис. 2.

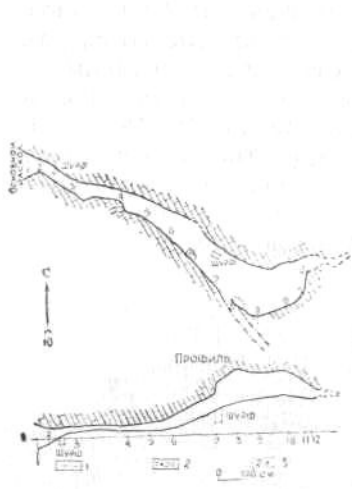


Рис. 1. План Даховской пещеры: 1 — нисходящий канал, 2 — предполагаемый ход, 3 — номера реперов

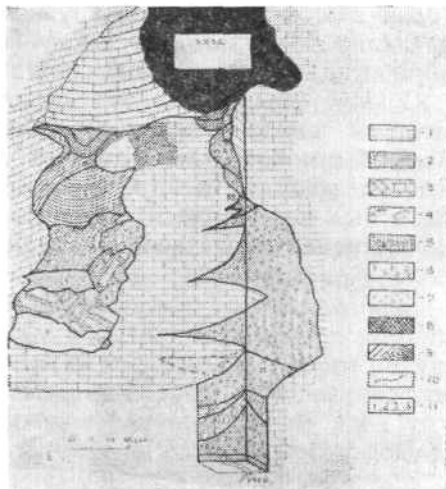


Рис. 2. Привходной резерв рыхлых отложений пещеры (после взрыва): 1 — тяжелый суглинок, 2 — глина, 3 — коренной известняк, 4 — известняковый обломочник, 5 — отдельные глыбы известняка, 6 — щебень и дресва известняка, 7 — галька, 8 — органогенные отложения, 9 — натечные карбонатно-железистые корочки, 10 — четкая граница геологических слоев, 11 — номера геологических слоев

Как свидетельствует анализ разрезов, пещера развивалась в три этапа:

I. Выработка пещерной полости при длительном стабильном положении русла пещерного потока. Серия напластований

карбонатных корочек (слои 11 и 12) фиксирует пол древней пещеры до образования желобов. Затем произошли гравитационные смещения в верхней части блока, которые и сопровождалась смятием корочек (слой 11).

II. Врезание пещерного потока и выработка эрозионных желобов (возможно, южный желоб возник раньше).

III. Трансгрессивная аккумуляция, связанная с кольматацией трещин. Выделяется несколько стадий:

1. Домустьерская: а) отложение пещерной глины и обломочного материала без заметного участия руслового потока (слой 24), в которых обнаружены артефакты; б) образование слоя 23, в котором встречаются артефакты со следами обработки; в) накопление слоя 22, связанное с обвалом.

2. Мустьерская. За это время сформировалась наиболее мощная толща пещерного аллювия (слои 19, 19* и 20). А. А. Формозов считал слой 19*, удаленный нами при взрыве, залегающим *in situ*. Удалось выяснить, что культурный слой был переотложен (рис. 3). Возможно, в это же время начал цементироваться материал и в северном желобе.

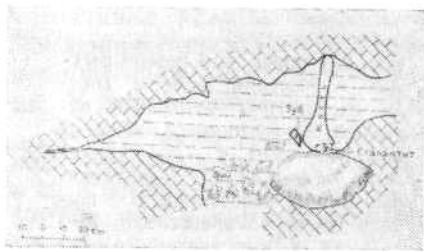


Рис. 3. Схема строения слоя 19*

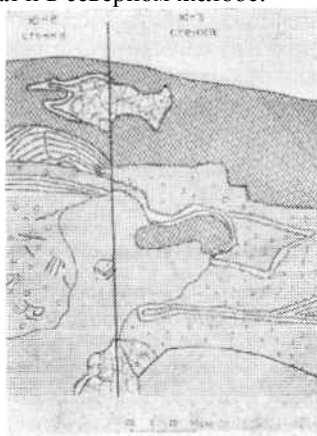


Рис. 4. Разрез отложений шурфа № 3

3. Обвальная. Наполнение обвальным материалом (слой 9).

4. Заключительная фаза. Знаменуется накоплением, главным образом, пещерных глин, которыми заполнена большая часть северного желоба. Судя по всему, водные потоки разной

интенсивности в разные отрезки времени участвовали в накоплении отложений обоих желобов.

В пещере заложено еще два шурфа (№ 2 и 3). Шурф №2 частично вскрыл шурф, заложённый ранее А. А. Формозовым. Шурф № 3 (рис. 4) размером 2×1 м расположен по продольной оси пещеры в 31 м от входа. Северо-западный обрез шурфа заложён у бровки наплыва рыхлых отложений. В юго-западной стенке мощность гумусированной толщи нарастает ступенями, причем полностью срезается горизонт гумусированных корочек. Отмечено много известняковой дресвы, особенно в верхней половине толщи II.

Шурфом пройден мощный язык глины до глубины 3 м. Обращает на себя внимание двучленное строение разреза. Органическая толща имеется только в его верхней части и соответствует, вероятно, этапу заселения пещеры летучими мышами. Остальная толща почти не поддается стратификации. С уверенностью можно говорить, что в низах разреза увеличивается содержание пещерной глины.

Вся толща сформировалась на одном этапе образования пещеры, причем заметную роль в этом сыграли процессы обваливания. В разрезе не фиксируется деятельность водных потоков. Многочисленные карбонатные корочки свидетельствуют о том, что толща возникла в условиях слабого увлажнения. Хаотичность в расположении корочек обусловлена продолжающимся гравитационным перемещением во всей толще или в какой-то ее части. Согласно исследованиям пещера образовалась скорее всего не раньше сармат-миотиса, то есть начала континентального существования данной территории [2]. Удалось выделить несколько этапов в ее формировании: они четко фиксируются уровнями ниш.

После выработки пещерной полости, а возможно, и параллельно с последней фазой процесса, начинают накапливаться рыхлые отложения, состоящие из известняковых обломков, пещерной глины и т. д. В указанный период образовались натечные железисто-карбонатные корочки (слои 11 и 12 привходового разреза), фиксирующие уровень древнего пола. Очевидно, тогда и происходило заселение пещеры древними людьми (мустьерцами).

Следующий этап ознаменован врезанием пещерного потока на фоне тектонического поднятия пещерного массива. В образовавшемся желоба (привходовый раскоп) устремляется значительная часть рыхлых отложений, заполнявших пещеру. В переотложении материала значительная роль принадлежит водным потокам, о чем можно судить по пещерному аллювию (слои 19, 20). Затем происходит обвал (слой 9

привходового раскопа), после которого начинается накопление пещерной глины (слои 1—7 привходового раскопа и шурф № 3).

Пещерам горных стран свойственна индивидуальность, хотя их отложения обычно отражают общеклиматические перемены. Среди десятков изученных пещер Кавказа нам не приходилось встречать ни одной пещеры, подобной Даховской.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ауглев П. У., Муратов В. М., Фриденберг Э. О. Новые данные о Даховской стоянке. — В кн.: Археологические открытия, 1966. М., 1967.

2. Муратов В. М. Неотектоника и рельеф Северо-Западного Кавказа. Автореф. на соиск. учен. степени канд. геол.-минерал. наук. М., 1964.

3. Формозов А. А. Археологическое исследование пещер в верховьях р. Белой в Краснодарском крае. — Сб. материалов по археологии Адыгеи. Майкоп, 1961, т. 2.

УДК 551.442

В. А. Татарников ДВНЦ АН СССР **АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ В ПЕЩЕРАХ** **ПОСЬЕТСКАЯ И ЧЕРТОВЫ ВОРОТА**

В Приморье много абразионных пещер, но до недавнего времени они никем не изучались. К их числу относится пещера Посьетская, обследованная автором осенью 1973 г. (рис. 1). Она расположена в 500 м к северо-востоку от пос. Посьет, на берегу бухты Экспедиции. Вход в нее находится в 12 м от воды, на высоте 2—3 м над уровнем моря. Пещера заложена в небольшой линзе сероватого туфа. Входное отверстие овальной формы ориентировано на юг. Длина пещеры 7,5 м, ширина 5—6 м, наибольшая высота 4,5 м. Пол горизонтальный, покрыт суглинками со щебенкой. Потолок куполообразный.

Разведочная шурфовка пола пещеры позволила выявить стратиграфию пещерных отложений (см. рис. 1). Сверху до глубины 0,25 м залегает слой мелкой щебенки черного цвета с современными антропогенными включениями. Затем идет слой очень плотной глины светло-серого цвета мощностью 0,2 м, содержащий мелкие угольки. В нижней его части, с южной стороны, прослеживается тонкий (до 0,1 м) слой красно-коричневый

глины с мелкими угольками. Эти слои подстилаются культурным слоем — темно-серым суглинком с большим количеством мелкого щебня и крупных обломков камня. Мощность слоя 0,5—0,6 м. В середине культурного слоя обнаружена тонкая прослойка морской капусты. Здесь же были найдены кусочки бересты. Под культурным слоем находится стерильный слой супеси серо-бурого цвета с мелким обломочным материалом и крупным кварцевым песком. В культурном слое найдены изделия из глины, кости, раковин и металла (рис. 2).

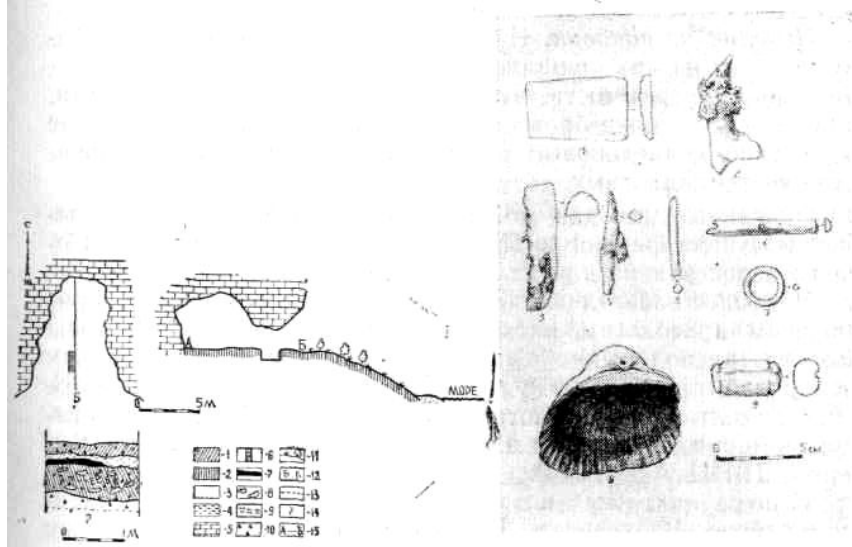


Рис. 1. План и разрез пещеры Посьетской. Разрез стенки шурфа: 1 — современный антропогенный слой, 2 — пещерное заполнение, 3 — культурный слой, 4 и 7 — глина, 5 — известняк, 6 — шурф, 8 — камни, 9 — прослойка морской травы, 10 — щебень, 11 —

растительность, 12 — береста, 13 — граница глубины шурфа, 14 — неизвестное продолжение, 15 — линия сечени

Рис. 2. Культурный слой пещеры: 1-6 — изделия из кости; 7 — бронзовое кольцо; 8 — подвеска из раковины; 9 — глиняное грузило

Керамические изделия. Обнаружено 16 фрагментов станковой керамики. Семь из них — от плоскодонного сосуда с отогнутым наружу венчиком и выпуклым туловом. Придонная часть покрыта чуть заметными отпечатками в виде маленьких квадратиков. Это, вероятно, следы формовки сосуда. Венчик

от другого станкового сосуда утолщен и чуть отогнут наружу. Еще одно керамическое изделие представлено грузилом цилиндрической формы, изготовленным из глины серого цвета с примесью мелкого песка. По краям грузила наблюдаются канавки, соединенные между собой продольной выемкой.

Изделия из кости. Большинство изделий сделано из рога. Это плоская, прямоугольная пластина, края которой и одна плоскость пришлифованы. Найдены также обломки рогов с пришлифовкой и следами распилов; фрагменты полых муфт с обрезанными краями; обломок ромбовидного в сечении острия и фрагмент шлифованной, полукруглой в сечении узкой пластинки с тремя отверстиями.

Изделия из раковин. Найдено пять створок раковин. Макушки трех из них пришлифованы, причем у одной до дырочки. По всей видимости, эти раковины служили подвесками. Обнаружены также бронзовое круглое в сечении кольцо, две маленькие халцедоновые галечки и незначительное количество костей животных.

Описанные находки можно датировать VIII—X вв., временем существования в Приморье Бохайского царства. Пещера перспективна для дальнейших раскопок.

Наиболее впечатляющие открытия позволили сделать приморским археологам раскопки карстовой пещеры Чертовы Ворота, расположенной на севере Приморья, в верховьях р. Кривой, притока р. Рудной. Раскопки произведены летом 1973 г. сектором археологии первобытного общества Института истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВНЦ АН СССР.

Пещера находится в труднодоступном и малоисследованном районе. Верховья р. Кривой с обеих сторон окружают высокие, обрывистые скалы, сложенные известняком. В одной из них на высоте более 30 м над уровнем реки виден вход в пещеру Чертовы Ворота. Высота входного отверстия 16 м, ширина 10 м. Второй вход несколько меньших размеров.

Пещера состоит из одного большого зала длиной 50 м, шириной 5—10 м и высотой от 3 до 16 м и нескольких узких затянутых глиной лазов. Пещера очень сухая, хорошо прогревается солнцем; рядом с ней течет речка, в долине много дичи — все это, несомненно, привлекало древних людей.

Для выяснения стратиграфии и границы распространения культурного слоя под навесом первого входного отверстия заложили шурф, а затем вверх от него, вглубь пещеры, пробили траншею. Культурный слой в шурфе и траншее насыщен различными изделиями из камня, кости, раковин, глины. Найдены

ретушированные изделия из камня: наконечники стрел, копий, дротиков, всевозможные скребки, ножи, проколки, свёрла; многие хорошо отшлифованы: топоры, тёсла, наконечники стрел. Обнаружено значительное количество фрагментов глиняных сосудов. Они украшены орнаментальными поясками, выполненными фигурным и гребенчатым штампами.

Для изготовления изделий широко применяли кость и раковины, подбираемые древними жителями на берегу моря, которое находится примерно в 20 км от пещеры. Из кости изготавливались проколки, оправы вкладышевых орудий, бусы. Морские раковины служили материалом для подвесок и штампов, которыми наносился узор на посуду.

Для выяснения общей картины поселения был разбит раскоп от середины пещеры до входного отверстия площадью более 150 м². Раскоп разделили на два сектора — А, охватывающий среднюю часть пещеры, и Б, прилегающий к входу.

При раскопках в секторе Б встретились новые виды изделий: крупные тесловидные орудия, наконечники стрел «даурского» типа, ножи, резцы, долотовидные орудия с тщательно отшлифованной поверхностью, несколько бусин из черного камня и подвески из халцедона. Костяные изделия представлены обломками гарпунов, иглами, наконечниками дротиков с пазом в верхней части для каменного вкладыша. Из перламутра сделаны миниатюрные нашивки, похожие на современные пуговицы.

В нижней части раскопа была обнаружена небольшая горизонтальная площадка, служившая мастерской для изготовления каменных орудий, о чем свидетельствуют аморфные нуклеусы и заготовки орудий. В центре площадки сохранились остатки кострища.

Наиболее интересные результаты дали раскопки сектора А. Здесь было найдено большое, площадью около 50 м², жилище четырехугольной формы, слегка углубленное в материковый слой (рис. 3). Возле выхода обнаружено пять человеческих скелетов. Всю площадь жилища покрывал толстый слой обуглившихся деревянных стен и перекрытий. По-видимому, здесь жила семья из 10—15 человек. Когда все взрослые мужчины ушли на промысел, оставшиеся члены семьи подверглись нападению враждебного племени. На нескольких черепаках, на лобной части, имеются неглубокие нарезки, сделанные острым предметом, что, вероятно, связано с каким-то ритуалом или обычаем.

В жилище сохранилось огромное количество изделий из камня, керамики, кости и раковин. Основная их масса найдена

в районе очага прямоугольной формы, расположенного в центре жилища. Здесь же обнаружены остатки хорошо сохранившихся мелкоячеистых сетей, обрывки циновок, являющихся очень редкой находкой в неолите. Подобные вещи еще не были встречены в древних памятниках Дальнего Востока.

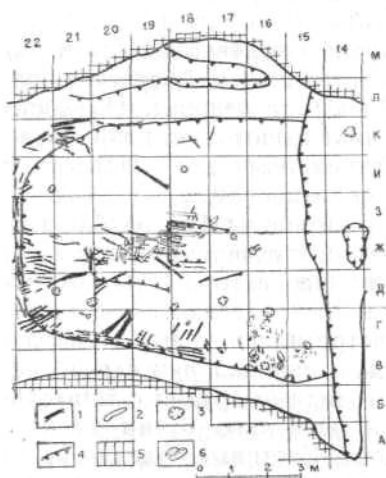


Рис. 3. Конструктивный план жилища и расположение человеческих скелетов в пещере Чертовы Ворота: 1 — сгоревшее дерево; 2 — сгнившее дерево; 3 — ямки; 4 — углубления, уступы; 5 — известняк; 6 — камни

В нескольких местах обнаружены остатки берестяной посуды, желуди и плоды какого-то растения. На полу жилища стояло несколько целых сосудов и лежали их фрагменты. Сосуды украшались наlepными волнистыми, вертикальными и рассеченными валиками.

Охотничий и хозяйственный инвентарь представлен каменными наконечниками стрел, копий, скребками, ножами, тёслами, проколками, костяными гарпунами, наконечниками дротиков, иглами, игольниками, копьями; найдено много украшений — подвески из кости и раковин, бусы из поделочного камня. Многие изделия являются уникальными, например, большой кабаньей клык, украшенный резьбой, нашивки из перламутра и поделки из кости.

По данным радиоуглеродных анализов, стоянка в пещере Чертовы Ворота существовала в середине V тыс. до н. э., в эпоху развитого неолита.

В ИНСТИТУТЕ КАРСТОВЕДЕКИЯ И СПЕЛЕОЛОГИИ

ГЕОРГИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ МАКСИМОВИЧ

16 мая 1979 г. на 75-м году жизни скончался профессор, доктор геолого-минералогических наук, лауреат премии имени Ф.П.Литке, почетный член Географического общества СССР, член международной ассоциации по инженерной геологии, директор Всесоюзного института карстования и спелеологии, заместитель председателя Карстовой комиссии АН СССР, заведующий кафедрой динамической геологии и гидрогеологии Пермского университета Георгий Алексеевич Максимович.

Г. А. Максимович родился 29 мая 1904 г. в г. Варшаве. По окончании Днепропетровского горного института в 1926 г. работал геологом треста Грознефть. К этому периоду относятся его первые исследования инженерно-геологических условий г. Грозного.

С 1934 г. Георгий Алексеевич был бессменным заведующим организованной им кафедры динамической геологии и гидрогеологии Пермского университета. За это время дважды избирался деканом геологического факультета, более 6 лет занимал пост проректора университета. Проработав более 49 лет в высшей школе, Г. А. Максимович внес вклад в подготовку свыше 2500 геологов, инженеров-геологов и гидрогеологов, среди которых 10 докторов и более 50 кандидатов наук.

Г. А. Максимович опубликовал 525 научных и научно-популярных работ по общему, региональному и инженерному карстоведению и спелеологии, гидрогеологии и химической географии вод, нефтяной геологии. Дважды удостоивался звания лауреата Пермского университета за лучшую научно-исследовательскую работу года.

Монография «Химическая география вод Суши» (1955), в которой рассмотрены закономерности формирования природных вод Земли, отмечена золотой медалью и премией имени Ф. П. Литке.



Наиболее крупным обобщением по карсту и спелеологии является его двухтомная монография «Основы карстоведения» (1963, 1969). Она высоко оценена в СССР и за рубежом. Фундаментальные исследования по карсту и спелеологии удостоены Диплома почета ВДНХ. На VI Международном спелеологическом конгрессе в Чехословакии (1973) «За развитие мировой спелеологической науки» Г. А. Максимовичу была присуждена золотая медаль и почетный диплом.

С 1947 г. Г. А. Максимович читал специальный курс — карстоведение. Под его руководством подготовлены кандидатские и докторские диссертации по карсту. В 1964 году он организовал и возглавил Всесоюзный институт карстоведения и спелеологии, который объединяет 233 научных сотрудника из 11 союзных республик. Им была создана пермская школа карстоведов и спелеологов.

Г. А. Максимович является инициатором издания и главным редактором двух сборников: «Пещеры» (с 1961 г.) и «Гидрогеология и карстоведение» (с 1962 г.), организатором ряда всесоюзных совещаний по карсту и спелеологии.

Г. А. Максимович вел большую общественную работу. 15 лет он оставался директором на общественных началах Всесоюзного института карстоведения и спелеологии, более 20 лет — председателем комитета геологических проблем Пермского областного совета НТО, в течение многих лет руководил одной из секций Пермского отдела Географического общества СССР.

Труд Георгия Алексеевича Максимовича отмечен орденом «Знак почета», медалями, Почетной грамотой Президиума Верховного Совета РСФСР, почетными грамотами Пермского обкома КПСС и многими другими. В 1971 и 1974 гг. за деятельность на посту заместителя председателя Пермского областного комитета защиты мира Г. А. Максимович награжден почетными грамотами советского Комитета защиты мира. Он удостоен Диплома I степени за участие в работе Пермского совета.

Его именем названы гроты и пещеры на Урале, в Крыму, Тянь-Шане, Восточном Саяне, Архангельской области.

Георгий Алексеевич отличался огромной энергией, широкой эрудицией, требовательностью к себе и своим коллегам, отзывчивостью.

Светлая память о Георгии Алексеевиче Максимовиче — ученом с мировым именем, создателе советской школы карстоведов-геологов, неутомимом труженике — навсегда сохранится в наших сердцах.

Комиссия по карсту и спелеологии АН СССР,
Пермский университет, Всесоюзный
институт карстоведения и спелеологии

УДК 551. 44

К 15-ЛЕТИЮ ВСЕСОЮЗНОГО ИНСТИТУТА КАРСТОВЕДЕНИЯ И СПЕЛЕОЛОГИИ

В 1979 г. Институту карстоведения и спелеологии исполнилось 15 лет. Он был организован 18 ноября 1964 г. на общественных началах группой членов Географического общества СССР.

В институт вошло 38 ученых и производственных работников, в том числе 3 профессора, 11 доцентов. На 1 октября 1979 г. в нем насчитывалось 196 научных сотрудников, среди которых 16 докторов, 85 кандидатов наук и 96 научных работников и инженеров. За истекший период

его состав увеличился в 5 раз, а число кандидатов наук возросло более в 7 раз Устав института утвержден Президиумом Географического общества СССР 20 июня 1967 г.

Одной из первоочередных задач института является объединение всех изучающих карст и пещеры. Сотрудники его работают в 11 союзных республиках. Уже много лет институт ведет научные исследования по следующим проблемам: карст и пещеры Урала, их научное и народнохозяйственное значение; карст и пещеры некоторых районов СССР и зарубежных стран. По результатам работ Ученый совет Географического общества СССР постановил с 1 января 1975 г. именовать институт всесоюзным (ВИКС). Всесоюзный институт карстоведения и спелеологии является первым в СССР и шестым в мире. Бессменным директором его был почетный член Географического общества СССР профессор Г. А. Максимович.

В 1969 г. в Уфе организован филиал Института, который в 1970 г. выделился в самостоятельный Башкирский научно-исследовательский институт карстоведения и спелеологии, работающий также на общественных началах. В 1976 г. в Симферополе возник Крымский филиал института (КФ ВИКС), возглавляемый доктором геолого-минералогических наук В. Н. Дублянским. Институт ведет исследования в тесном контакте с организациями, изучающими карст и пещеры: Кунгурским стационаром УНЦ АН СССР, отделом карстологии и солей Института минеральных ресурсов МГ УССР, Дзержинской карстовой лабораторией ПНИИИСа, секцией спелеологии Центрального совета по туризму ВЦСПС и др.

С 1967 г. институт ежегодно проводит собрания сотрудников, тематические совещания, конференции и семинары, имеющие практическую направленность:

1967 г. — Карстовые озера Урала и Приуралья.

1968 г. — Карст Урала и Приуралья.

1969 г. — Полезные ископаемые карстовых впадин и полостей.

1970 г. — Применение количественных методов в карстоведении и спелеологии.

1971 г. — Загрязнение подземных вод и борьба с ним.

1972 г. — Научное и практическое значение пещер.

1973 г. — Карстовые коллекторы нефти и газа.

1974 г. — Воды и полезные ископаемые карстовых впадин и полостей.

1975 г. — Карст гипса, соли и редкие типы карста.

1976 г. — Пещеры и их практическое значение.

1977 г. — Карст района БАМ и другие вопросы карстоведения (в г. Красноярске).

1978 г. — Карст мраморов, доломитов, рифов, известковых туфов и галогенных отложений.

1979 г. — Использование пещер.

1979 г. — Моделирование формирования суффозионных и карстовых полостей.

Результаты научных исследований докладываются на совещаниях, конференциях и семинарах регионального, всесоюзного и международного значения. За рассматриваемый период сотрудники ВИКСа выступили на 233 совещаниях с более чем 1000 докладов по различным вопросам карстоведения и спелеологии.

В сентябре 1973 г. в г. Оломоуце (Чехословакия) состоялся VI международный спелеологический конгресс, на котором были вручены золотые медали за успехи в области изучения карста и пещер. Их были удостоены и члены ВИКСа — Г. А. Максимович, В. Н. Дублянский. В сентябре 1978 г. в г. Будапеште (Венгрия) проходил Международный

симпозиум по гидрологии карста. В работе его участвовало 6 представителей Советского Союза, из которых 5 являются членами ВИКСа.

Сотрудники института дали за эти годы около 1000 консультаций по вопросам карста, прочли более 1000 научно-популярных лекций о карсте и спелеологии, опубликовали более 1500 статей.

Основным печатным органом ВИКСа является сборник «Пещеры», издающийся с 1947 г. Он популярен не только среди карстоведов и спелеологов, но и среди многочисленных любителей подземного туризма.

Приступая к изданию «Спелеологического бюллетеня» (первое название сборника), редакторы и основатели сборника профессора Г. А. Максимович и Д. Е. Харитонов отмечали, что редакция имеет в виду разработку и систематическое освещение вопросов пещероведения Урала, а также спелеологии других районов. В сборнике рассматриваются проблемы теоретической и прикладной спелеологии, морфологии, топологии, минералогии и геохимии пещер СССР и зарубежных стран; биоспелеологии и археологии пещер, методики их изучения; рецензируются основные монографии ведущих карстоведов СССР и мира, а также зарубежные и отечественные периодические издания и сборники по карсту и спелеологии; отражаются итоги исследований спелеологов; приводятся историографические исследования и справки, сведения о семинарах, конференциях, совещаниях и международных конгрессах.

Приветствуя выпуск сборников «Пещеры» и выражая добрые пожелания в адрес редакции, академик Д. И. Щербаков (1965) писал: «Тысячи пещер СССР ждут не только исследования, но и освещения в печати».

Каждый сборник «Пещеры» расходуется весьма быстро, а первые его выпуски стали библиографической редкостью. К 1979 г. вышло 17 выпусков (14 книг) сборника общим объемом 144 п. л., где помещено 528 работ 283 авторов. Отдельные выпуски рецензировались в популярных зарубежных спелеологических изданиях Англии, Австралии, Австрии, Венгрии, Югославии и других стран.

**Г. В. Бельтюков, В. П. Костарев,
И. И. Минькевич**

СОВЕЩАНИЕ ПО КАРСТУ СРЕДНЕЙ АЗИИ И ГОРНЫХ СТРАН

В соответствии с планом Комиссии по карсту и спелеологии Научного Совета по инженерной геологии и грунтоведению АН СССР 9—11 октября 1979 г. на базе института Гидроингео (г. Ташкент) состоялось Всесоюзное совещание «Карст Средней Азии и горных стран». В нем приняло участие 110 специалистов из 23 городов Советского Союза, представляющих 45 производственных, проектно-изыскательских, научно-исследовательских организаций и высших учебных заведений.

Было заслушано 116 докладов и сообщений по следующим проблемам: карст Средней Азии; карст горных стран; гидрогеология и гидрология карста; инженерно-геологические условия и вопросы строительства в карстовых районах; полезные ископаемые, связанные с карстом; вопросы общего и регионального карстоведения, методы изучения карстового процесса; охрана природы в закарстованных районах. В них рассматривались состояние изученности и задачи дальнейших исследований карста Средней Азии и горных стран; размещение полезных ископаемых, связанных с карстом; вопросы инженерно-геологической оценки устойчивости

пород, а также возможности строительства в закарстованных районах. Большое внимание было уделено обсуждению гидрогеологических особенностей закарстованных областей и решению вопросов водоснабжения, а также теории карстового процесса, региональному карстоведению и проблемам охраны и рационального использования природных ресурсов карстовых областей.

Обсуждение методических вопросов показало необходимость подготовки и проведения специального совещания, посвященного всестороннему рассмотрению и обобщению достижений в области методики исследования карста с привлечением широкого круга специалистов и организаций.

Совещание показало, что исследования обеспечены хорошей теоретической базой и содержат важные практические рекомендации.

На нем был обсужден отчет о деятельности Комиссии по карсту и спелеологии Научного Совета по инженерной геологии и грунтоведению АН СССР за 1977—1979 гг., а также организованы экскурсии по карстовым районам.

**И. А. Печеркин, Л. А. Шимановский,
М. М. Маматкулов**

СОВЕЩАНИЕ «КАРСТ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ»

С 11 по 13 ноября 1980 г. в Перми состоялось Всесоюзное научно-техническое совещание «Карст Нечерноземья». Оно было организовано Комиссией по карсту и спелеологии АН СССР и Всесоюзным институтом карстоведения и спелеологии. В совещании участвовали Пермский университет, комитет геологических проблем Пермского областного совета НТО, Пермский областной дом техники.

На совещании присутствовало 143 специалиста из 7 союзных (РСФСР, Украина, Белоруссия, Эстония, Грузия, Азербайджан, Узбекистан), 4 автономных республик (Башкирия, Коми, Татария, Удмуртия); были представлены 7 вузов, 20 производственных и изыскательских, 17 научно-исследовательских и академических организаций.

На совещании рассматривались типы карста Нечерноземья; гидрогеология и гидрология карста; инженерная геология карста; вопросы регионального карстоведения; пещеры Нечерноземья; вопросы охраны и рационального использования природных ресурсов карстовых районов Нечерноземья. Всего прослушан и обсужден 91 доклад. Включение в программу совещания докладов общетеоретического, методического характера, а также о карсте ряда регионов, не входящих в Нечерноземную зону РСФСР, позволило сравнить уровень карстологических исследований районов Нечерноземья и других, определить задачи дальнейшего изучения карста Нечерноземья.

Учитывая широкое распространение карста в Нечерноземной зоне РСФСР, значительные ресурсы карстовых вод, разнообразие полезных ископаемых, образование которых связано с карстом, участники совещания обращают внимание всех организаций, ведущих исследования в районах Нечерноземья, на необходимость комплексного и всестороннего изучения карста, на возможность более полного использования полезных ископаемых, связанных с карстом, при решении вопросов развития хозяйства Нечерноземья. Особенно это касается вопросов хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения.

Основными задачами в данной области являются следующие:

1. Изучение морфологии, закономерностей пространственного распространения форм, их взаимной связи, стадий и последовательности развития с учетом гидрогеологических особенностей территории, прежде всего роли концентрированных водотоков.

2. Комплексное исследование карста (применение бурения, геофизических методов, сочетание аэрокосмической информации со структурно-геологическим и геоморфологическим анализом).

3. Количественная характеристика всех показателей карстового процесса, внедрение методов математической обработки данных, использование современных методов моделирования, дальнейшая разработка на этой базе теоретических основ карстования с учетом распределения напряжений в карстовом массиве.

4. Изучение прочностных свойств карстующихся пород на разных стадиях развития процесса; совершенствование математических расчетов устойчивости территории при сельскохозяйственном освоении, строительстве гидротехнических, транспортных и других промышленных и гражданских сооружений с последующей разработкой методов управления карстовым процессом.

5. Дальнейшая разработка руководств и нормативных документов по методике инженерных изысканий в карстовых районах и оценки закарстованных территорий с целью строительства.

6. Разработка научных основ охраны и преобразования природы для сохранения и улучшения естественной среды при строительстве, а также эксплуатации различных сооружений в карстовых регионах.

7. Разработка теоретических основ исследования суффозионных процессов в карстовых районах страны, региональных и локальных обстановок их развития.

8. Дальнейшее усовершенствование и унификация карстовой терминологии.

Совещание обсудило и утвердило план работы Комиссии по карсту и спелеологии и Всесоюзного института карстования и спелеологии.

Л. А. Шимановский, И. И. Минькевич

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВСЕСОЮЗНОГО ИНСТИТУТА КАРСТОВЕДЕНИЯ И СПЕЛЕОЛОГИИ В 1980 году

Всесоюзный институт карстования и спелеологии продолжил исследования по двум направлениям: карст и пещеры Урала, их научное и народнохозяйственное значение; карст и пещеры некоторых районов СССР и зарубежных стран.

На 1 января 1981 г. в составе Всесоюзного института 223 человека, из которых 17 докторов наук, 94 кандидата наук, 112 научных работников и инженеров. Сотрудники ВИКС работают в 54 городах 11 союзных республик (РСФСР, Украина, Белоруссия, Казахстан, Узбекистан, Киргизия, Туркмения, Азербайджан, Грузия, Литва, Эстония).

В 1980 г. институтом и его сотрудниками опубликовано 213 статей, книг и брошюр общим объемом 45 п. л., в том числе тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания «Карст Нечерноземья» объемом 10 п. л. Сотрудники ВИКС приняли участие в 37 совещаниях, конференциях, семинарах, съездах, где выступили с 293 докладами и сообщениями. Ими дано 430 консультаций по проблемам карстования и спелеологии, прочитано 290 научно-популярных лекций и докладов о карсте и пещерах для более 15,5 тыс. чел.

В 1980 г. защитили диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук следующие сотрудники ВИКС: В. Е. Закоптелов по теме «Геологическая роль суффозии в формировании рельефа побережий водохранилищ» (научный руководитель — проф. И. А. Печеркин); В. К. Кокаровцев по теме «Голоценовые озерные карбонатные отложения Пермского Предуралья» (научные руководители — проф. Г. А. Максимович, проф. И. А. Печеркин).

И. И. Минькевич

НОВОСТИ СПЕЛЕОЛОГИИ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО КАРСТОВОЙ ГИДРОЛОГИИ

С 17 по 24 сентября 1978 г. в Будапеште проходил Международный симпозиум по карстовой гидрологии, организованный спелеологическим, геологическим и метеорологическим обществами Венгрии. Основная цель его — подведение итогов научных и практических исследований в области гидрогеологии карста, охраны и использования карстовых вод. В работе симпозиума приняло участие 87 человек из 11 стран: Венгрии, ГДР, СССР, Польши, Италии, Чехословакии, Югославии, Австрии, США, Швеции, Франции. Советский Союз был представлен председателем Комиссии по карсту АН СССР проф. И. А. Печеркиным, проф. Московского университета Н. А. Гвоздецким, проф. Симферопольского университета В. Н. Дублянским, доктором географических наук Г. Н. Гигинейшвили, доцентами Пермского университета Л. А. Шимановским и К. А. Горбуновой.

На симпозиум было представлено 43 доклада, 7 из них принадлежало советским ученым. Доклады изданы в двух томах. Они освещают следующие вопросы.

1. Некоторые теоретические вопросы карстования — влияние углекислого газа на глубинный карст (П. Мюллер); формирование водообильных карстовых зон (Л. А. Шимановский); типы режима карстовых источников (Г. Н. Гигинейшвили).

2. Гидродинамическая зональность карстовых вод в условиях подпора русловыми водохранилищами (И. А. Печеркин, А. И. Печеркин); возможность прогноза потерь воды из водохранилища (Я. Шилар); влияние водохранилищ на сейсмичность в карстовых областях (П. Стоич, В. Иевевич).

3. Формирование карстовых вод отдельных карстовых областей — Уфимского плато (Л. А. Шимановский); гор. Мечек (Д. Ловаш); Западных Карпат (С. Газда, В. Ганзел); Крыма и Кавказа (В. Н. Дублянский, Н. А. Гвоздецкий); Польши (А. Русковский).

4. Водный баланс карстовых областей (Д. Пецели, Л. Ленарт, В. Н. Дублянский, Г. Тот, П. Шаламин).

5. Динамика и режим карстовых вод (П. Либе, А. Лорберер, Г. Тот, Л. Мауха, М. Гадаш, М. Медери, Я. Рудницкий).

6. Методы разведки и исследования карстовых полостей, неизвестных пещер и других карстовых объектов (И. Кароши, Г. Шоош, Э. Хоффер, А. Похалевский, И. Акерман и др.); выявления морфологии подземных резервуаров и количества воды в них (Г. Манцони, Е. Мерлак, Дж. Милани, Г. Миклош, И. Вароши, И. Багди).

7. Использование, защита и охрана карстовых вод Бюкка (Г. Ауеска, Д. Шайера, Т. Беккер и Д. Денеш); Западных Карпат (С. Газда); Аггтелека (Т. Фазекаш и др.); Задунайского Среднегорья (Л. Дукштейн, С. Опричович, И. Богарди); загрязнение карстовых вод при бурении скважин (Л. Кох); гидрогеологические аспекты охраны окружающей среды

и природы карстовых областей (Л. Черновальди). Использование аэрофотоснимков и космических снимков для решения вопросов охраны карстовых вод (Э. Радаи).

Во время трехдневной экскурсии было осмотрено карстовое плато Бюкк, термальные бассейны Таполца, пещерная система Аггтелек, карстовые источники Йошвы. Полезным было знакомство со Станцией исследования карстовых вод, при которой имеются прекрасно оборудованная метеорологическая станция, стоковые площадки, лаборатория и экспериментальная пещера Ваш Имре с дистанционной регистрацией каплежа, температуры, влажности и приливо-отливных деформаций горных пород. Целесообразно использовать опыт венгерских ученых по созданию подземных лабораторий в пещерах для исследования инфильтрации, баланса, режима, динамики подземных вод.

К. А. Горбунова

ЕВРОПЕЙСКАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО СПЕЛЕОЛОГИИ

С 22 сентября по 3 октября 1980 г. в Софии проходила Первая европейская конференция по спелеологии и карсту. В ней приняли участие 250 карстоведов и спелеологов Болгарии, Чехословакии, Польши, ГДР, Венгрии, Югославии, Англии, Австрии, Италии, Испании и других европейских стран, а также представители Кубы. Советская делегация состояла из 25 специалистов.

На конференцию представлено 350 докладов, краткое содержание которых было опубликовано к началу заседаний. На заседаниях секций и комиссий обсуждались вопросы геологии, тектоники, минералогии и петрографии, гидрологии и климатологии, гидрогеологии карстовых областей и пещер, биоспелеологии, методов исследования и использования пещер. Особое внимание уделялось охране карстовых районов и пещер, о чем свидетельствовали доклады члена политбюро ЦК БКП, председателя Болгарского туристического союза П. Такова и председателя Болгарской федерации по пещерному делу проф. Л. Динева.

В Болгарии 22,7% территории занято карстующимися породами. Карст изучается в связи с решением проблемы водоснабжения, строительства на закарстованных породах, разработки месторождений полезных ископаемых. Пещеры являются важными туристическими объектами.

Для участников была организована экскурсия на самый мощный карстовый источник Болгарии — Глава Панега (средний дебит 4 тыс. л/с), вытекающий из известняков титона на дне оз. Горно, которое сообщается подземно с оз. Долно. В этом же районе находится пещера Сьева Дупка, открытая для массового туризма в 1967 г.

Советские специалисты посетили карстовые области Болгарии. Маршрут их был следующим: София — Ботевград—Ябланица — Троян — Велико Тырново — Габрово — Шипка — Казанлык — Калофер — Пловдив — Чепеларе — Триград — Девин — Пещера — Пазарджик — София.

В северных предгорьях Старой Планины, вблизи г. Дряново, находится пещера Бачо Киро, известная археологическими находками. В Родопах экскурсанты имели возможность ознакомиться с гидрогеологией мраморных массивов верховьев бассейна р. Выча, гидротехническими сооружениями на карстовых реках, пещерами Дьяволско Гырло, Имамова Дупка или Ягодинская, Снежанка. Пещера Дьяволско Гырло представляет собой гигантский понор, в котором исчезает р. Триградска.

В г. Чепеларе имеется музей Родопского карста, где экспонируются породы и минералы Родопских гор, минеральные образования, археологические находки пещер. К научно-исследовательской работе широко привлекаются студенты вузов и учащиеся школ.

Экскурсии по карстовым районам Болгарии позволили получить представление об организации исследовательских работ, пещерного туризма, оборудовании и охране пещер.

На заседаниях, во время экскурсий по стране постоянно чувствовалось внимание и дружеское отношение болгарских коллег.

К. А. Горбунова

VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС

Первые Международный спелеологический конгресс проходил в США, в г. Боулинг Грин (штат Кентукки), с 18 по 21 июля 1981 г. Он организован Национальным спелеологическим обществом США, университетом Западного Кентукки, администрацией национального парка Мамонтовой пещеры, а также многочисленными американскими спелеологическими организациями.

Работали секции геологии карста и пещер, геоморфологии карста, химии и физики карста, гидрологии карста, минералогии карста, спелеогенеза, псевдокарста и вулканоспелеологии, палеонтологии и археологии карста, экономики и охраны окружающей среды карстовых областей, спелеохронологии, флоры и фауны пещер, зоогеографии карста, организации туризма в пещерах, охраны пещер, технического оснащения и оборудования пещер, спелеотерапии.

Доклады, представленные на конгресс, изданы.

Н. В. Бельтюкова

К 10-ЛЕТИЮ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТНОЙ КОМИССИИ СПЕЛЕОТУРИЗМА

В конце 1968 г. при Челябинском областном совете по туризму и экскурсиям была организована секция спелетуризма, позднее переименованная в комиссию по спелетуризму. Она объединила людей разных профессий. Главными направлениями в начальный период деятельности было организационное укрепление коллектива, подготовка спелеологов-любителей, исследование пещер Челябинской области.

Кадры готовились в школах предлагерной подготовки спелеолога (ШПП), спелеолагерях первого и второго года обучения, на всесоюзных сборах инструкторов. С 1969 по 1972 г. члены спелеосекции обучались в спелеолагерях и на инструкторских сборах, проводимых Центральной секцией спелетуризма. Начиная с 1973 г. Челябинская областная комиссия спелетуризма ежегодно организует спелеолагеря первого и второго года обучения. В школах предлагерной подготовки занято 480, в спелеолагерях первого года обучения — 122, второго — 55, на инструкторских сборах — 11 чел.

Планомерная подготовка кадров позволила создать в г. Челябинске и области 14 низовых секций спелетуризма. Ими открыто и исследовано 48 карстовых пещер и шахт, суммарная длина и глубина которых составляют

соответственно 7000 и 1000 м. Наиболее крупными являются пещеры Комсомольская (длина 546, глубина 78 м) и Плутония (257 и 18 м), шахты Нижняя Провальная (448 и 36 м), Косолапкина (159 и 57 м), пещеры Шумиха (1120 и 74 м), Надежда (250 и 50 м), Молодежная (220 и 59 м) и Кварцитовая (160 и 28 м). В 1975 г. члены Челябинского клуба спелеологов «Плутон» проникли в русло подземного течения р. Сим у Игнатьевской пещеры и прошли по нему на 210 м. Наиболее успешно работали в этой области секции Челябинска, Сатки, Миасса и Златоуста.

За каждой низовой секцией закреплен перспективный карстовый район и участок Челябинской области, где ведется постоянное исследование карстовых полостей, а также картирование и описание уже известных пещер. Результаты изучения используются при составлении кадастра пещер Челябинской области.

Областная комиссия спелеотуризма придает большое значение развитию детского спелеотуризма. При нескольких взрослых спелеосекциях организованы секции юных спелеологов, которые участвуют в исследовании пещер. Так, юные спелеологи секции при дворце пионеров и школьников имени Н. К. Крупской г. Челябинска открыли в Ашинском районе 10 новых пещер, а в пещере Кисилевская провели целый комплекс геологических, метеорологических исследований с применением топо- и фотосъемки и рекомендовали эту полость использовать в качестве экскурсионного объекта.

В экспедиции юные спелеологи выполняют научное задание кафедры естественногеографического факультета Челябинского педагогического института, областного совета по туризму и экскурсиям, общества охраны природы. По материалам наблюдений они готовят отчеты, доклады и сообщения, с которыми выступают на ежегодных конференциях научного общества учащихся. За 7 лет подготовлено и прочитано 35 докладов, лучшие из которых рекомендовано опубликовать в сборнике трудов НОУ «Юный исследователь».

Комиссия спелеотуризма организует экспедиции в другие карстовые районы Советского Союза: Крым, Кавказ, Среднюю Азию. Было проведено более 12 таких экспедиций. Наиболее значительным достижением челябинских спелеологов за 10 лет явилось исследование вместе со свердловскими и московскими спелеологами сложнейшей вертикальной шахты Парящая Птица на массиве Фишт. В конкурсе «На лучшее исследование сложных вертикальных пещер», проводимом в 1978 г. в г. Сухуми, результаты работы экспедиции были признаны лучшими.

Члены спелеосекции постоянно выступают в печати, по радио и телевидению с рассказами о новых поисках и находках. В 1975 г. в сборнике «Край родной» опубликована большая статья «Новые исследования пещер Челябинской области».

Работа областной комиссии спелеотуризма по подготовке общественных кадров и изучению пещер в области неоднократно отмечалась Челябинском областным советом по туризму и экскурсиям.

С. М. Баранов

ПЕРВАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО СПЕЛЕОМЕДИЦИНЕ

27 января 1979 г. на базе лаборатории спелеомедицины при Республиканской аллергологической больнице Минздрава УССР (пос. Солотвино Закарпатской области) по инициативе П. П. Горбенко была проведена первая в стране конференция по спелеомедицине. В ней приняло участие более 70 человек — врачи и спелеологи Ужгорода, Тернополя, Киева, Симферополя,

Новосибирска. Было представлено 20 докладов и сообщений. Вопросам спелеотерапии больных бронхиальной астмой и другими хроническими неспецифическими заболеваниями легких (ХНЗЛ) посвящены доклады П. П. Горбенко и др. «Этапно-комплексная спелеотерапия ХНЗЛ»; В. М. Горбачева, В. Г. Коренга «Эффективность спелеотерапии детей, больных ХНЗЛ»; Ю. М. Симйонка «О диагностической ценности метода коагулографии при спелеотерапии больных бронхиальных астмой»; Л. И. Данко «Изменение высшей нервной деятельности у больных бронхиальной астмой в результате спелеотерапии»; Н. В. Гриньо, Ю. М. Симйонка «Влияние спелеотерапии на лекарственную аллергию у больных бронхиальной астмой» и др.

Наибольший интерес вызвали доклады, касающиеся разработки новых направлений в спелеомедицине, в частности, доклады П. П. Горбенко «Перспективы развития спелеомедицины»; Ю. М. Симйонка «О влиянии микроклимата естественных и искусственных пещер на микроорганизмы»; С. И. Грунина, П. П. Горбенко «К вопросу о разработке комплекса исследований для оценки психофизиологического состояния спелеологов»; П. П. Горбенко и др. «О результатах экспериментов по длительному пребыванию в пещерах». С большим вниманием участники конференции прослушали сообщения Ю. С. Аликина (Новосибирск) «О некоторых вопросах спелеофизиологии»; Л. Л. Вершинской (Симферополь) «О некоторых отрицательных влияниях пещер на организм спортсменов-спелеологов»; В. А. Сколотенко (Симферополь) «Нейрогуморальные механизмы адаптации человека при длительном пребывании в пещере». Предложенные материалы свидетельствуют, что спелеомедицина уже сформировалась как новая отрасль науки. На конференции были определены ее основные направления и перспективы развития.

П. П. Горбенко

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛАБОРАТОРИИ СПЕЛЕОМЕДИЦИНЫ

В последние годы успешно развивается медико-биологическое направление в изучении пещер. Начиная с исследований 60-х гг. М. Д. Торохнина, В. В. Желтвая, А. А. Валковцы, В. В. Апостолова, В. А. Радзиевского, Г. А. Ушваридзе, И. Д. Тархншвили и других оно становится одним из перспективных в современной медицине. Указанные ученые работают в основном в области спелеотерапии бронхиальной астмы в условиях микроклимата соляных шахт, а с 1974 г. — и в области спелеотерапии бронхиальной астмы и гипертонической болезни в карстовых пещерах.

С целью создания специализированного координирующего центра 15 января 1977 г. нами была организована лаборатория спелеомедицины, которая объединила представителей различных специальностей, занимающихся в нашей стране разработкой проблемы «Человек и пещеры».

Основными направлениями научных исследований лаборатории на ближайшие годы являются следующие.

1. Изучение физико-химических и микробиологических условий подземной среды.
2. Спелеоэкология:
 - а) влияние человека на среду пещер;
 - б) восстановление подземной среды.
3. Воздействие подземной среды на организм человека и физиологические механизмы адаптации:
 - а) биоритмологические аспекты адаптации организма;

б) психофизиологические аспекты адаптации и поведения человека в пещерах;
в) биоэнергетика;
г) влияние подземной среды на организм человека при длительном одиночном и групповом пребывании в пещере.

4. Спортивная спелеомедицина:

а) оценка психофизиологического состояния спортсменов-спелеологов, отбор и расстановка участников спелеотуристических путешествий;

б) медико-физиологическое обоснование тактики и техники штурма пещер;

в) медицинское обеспечение пелеотуристических путешествий;

г) медико-биологическое обоснование использования пещер в качестве экскурсионных объектов.

5. Использование естественных и искусственных пещер в лечебно-профилактических целях:

а) критерии оценки лечебного действия среды пещер и разработка показаний для спелеотерапии;

б) механизм лечебного действия пещер;

в) организация новых спелеологических стационаров.

Исследования в этих направлениях будут способствовать дальнейшему развитию спелеомедицины.

П. П. Горбенко

СЕРНОВОДСКАЯ ПЕЩЕРА

Серноводская пещера расположена в Сергиевском районе Куйбышевской области, в 120 км от областного центра и в 4,5 км к востоку-северо-востоку от станции Серные Воды-1. Она находится на склоне Серноводской возвышенности, являющейся водоразделом рек Сока и Шунгута. Пещера обнаружена куйбышевскими спелеологами в 1968 г. Съёмка ее северной и центральной частей проведена А. Бирюковым, В. Букиным, Е. Викуловым, Е. Дичинским, В. Евстигнеевым, Г. Кузнецовой, О. Привольным и Н. Шмельковой в 1971 г. (рис. 1), южной — в 1975 г. (рис. 2).

Серноводская пещера принадлежит к сульфатному типу карста. Она образовалась в желтовато-серых кристаллических гипсах казанского яруса верхней перми, пласты которых залегают горизонтально и сильно трещиноваты. Тектонически эта территория соответствует юго-западному крылу Татарского свода, Серноводско-Шугуровскому валу, входящему в среднюю часть Сокско-Шешминской группы структур второго порядка. Вал осложнен Серноводским, Якутинским, Шунгутским и другими поднятиями. В настоящее время эти структуры поднимаются со скоростью 2—5 мм/год [1].

Входное отверстие в пещеру шириной 2 и высотой 0,4 м расположено на дне карстовой воронки, образовавшейся на склоне Серноводской возвышенности. Относительная высота входа над урезом р. Сок 65 м, абсолютная отметка — около 140 м, поэтому пещера сухая.

Низкий ход ведет в Свадебный зал (см. рис. 1), потолок которого находится на уровне входа, а пол, покрытый органическими остатками и навалами камней, постепенно понижается. Длина зала 16 м, ширина 10, высота 3. В северной части зала начинаются три хода, представляющие собой вертикальные линзообразные трещины шириной 0,2—1 м. Одна из них — узкая и непроходимая щель, уходит вниз на 4 м, другая — вверх до 1—2 м. В центральном ходе шириной 0,5—1 м можно передвигаться

только враспор. Он ведет в зал Встреч, который образовался на месте пересечения двух взаимно перпендикулярных открытых тектонических трещин, имеющих ребристую поверхность стенок. Азимуты простирания трещин 20—30 и 110—130°. Основной ход системы трещин соединяет залы Встреч и Дальний. Длина последнего 11 м, ширина 5 и высота 2. Пол зала Встреч покрыт грудой обломков горных пород, а зала Дальнего — блоками гипса толщиной до 1 м, местами — глиной и камнями. Суммарная длина ходов и гротов северной и центральной части пещеры 406 м, средняя глубина — 5,7 м, площадь — 330 м². Во всех описанных залах пещеры обитает много летучих мышей.

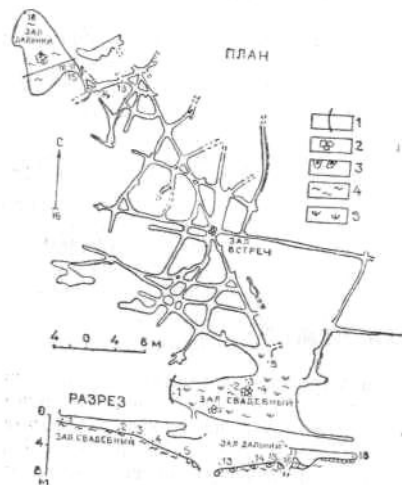


Рис. 1. Серноводская пещера: 1 — граница освещенной части, 2 — глыбы, 3 — блоки гипса, 4 — глина, 5 — органические остатки

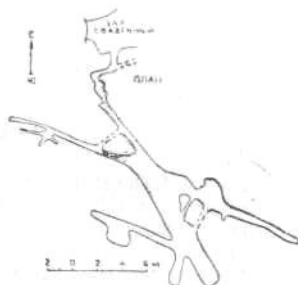


Рис. 2. План зала 30-летия Победы (по данным О. Люмысиной, Л. Поясок, А. Шароновой, М. Алтынбаева и О. Нестерова)

В 1975 г. в южной стене зала Свадебного, вблизи навала камней (см. рис. 1), спелеологи обнаружили коленаобразную в плане трещину, уходящую на юго-восток. Это оказался ход, ведущий в зал 30-летия Победы (см. рис. 2). Подобно северной части пещеры, он рассечен открытыми тектоническими трещинами. Общая длина основного хода, зала и боковых ответвлений составляет 66 м. Таким образом, с открытием зала 30-летия Победы длина Серноводской пещеры увеличилась до 472 м.

Исследованная пещера — оригинальный природный объект в лесостепном Заволжье. Она одноэтажна и, по-видимому, сформировалась вследствие восходящих неотектонических движений, которые сопровождалась образованием в кристаллических гипсах разноориентированных трещин. Последние частично подверглись выщелачиванию и обрушению.

На Серноводской возвышенности наряду с пещерами широко распространены поверхностные карстовые формы. А. В. Ступишин [2] выделил в пределах локальных структур Куйбышевского Заволжья Соко-Самаровский карстовый район, входящий в Соко-Самарско-Жигулевскую

карстовую область. Благодаря наличию сульфатных пород в бассейне р. Сок и на Соко-Самаровском междуречье возникли воронки и впадины глубиной до 40 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов А. М., Поляков К. В. Геологическое строение Куйбышевской области. Куйбышев, 1960.
2. Ступишин А. В. Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья. Казань, 1967.

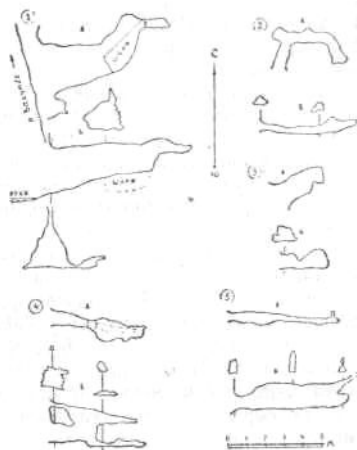
А. Г. Бирюков, К. Г. Бутырина

ПЕЩЕРЫ р. БОЛЬШАЯ УССУРКА (ПРИМОРЬЕ)

Осенью 1976 г. при археологическом обследовании долины р. Б. Уссурка в ее среднем течении было обнаружено 6 небольших горизонтальных пещер. Пять пещер находятся в известковом массиве, расположенном на 1,5 км выше устья р. Вакумбе, левого притока р. Б. Уссурка (см. рис.).

Пещера Приют рыбаков расположена в 1 м от воды. Длина ее 7 м, ширина 0,4—2,5 м, высота 0,5—2,4 м. Пол наклонен в сторону реки. Шурф заложенный в дальней части пещеры, вскрыл донные илстые осадки. Вероятно, во время паводков она затопливается водой. Пещера служит убежищем местным рыбакам и охотникам. Пещера Кальцитовая обнаружена в 10 м к северу от пещеры Приют Рыбаков, на высоте 3,5 м от уреза воды. Ее длина 5 м, ширина 0,4—0,8 м, высота 1,0—1,8 м. На потолке и стенах возле входа обнаружены кальцитовые щетки буро-коричневого цвета. Пещера Горбатая находится в 3 м к северу от пещеры Кальцитовой и в 1 м выше ее. Длина ее 2,5 м, ширина 0,8—1,3 м, высота 0,4—1,0 м. Пещера Узкая расположена в 50 м к юго-востоку от пещеры Приют Рыбаков. Высота входа над урезом реки 2,5 м. Длина пещеры 6,5 м, ширина 0,3—0,5 м, высота 0,7—1,3 м. Пещера Комариная обнаружена на высоте 45—50 м над рекой. Ее длина 5 м, ширина 0,5—0,7 м, высота 0,4—0,8 м. В пещере обитает множество комаров. Пол всех пещер покрыт толстым слоем гумуса с большим количеством обломков известняка.

На 15 км выше с. Вострцево, вблизи устья Филькина ключа, впадающего в р. Б. Уссурка, справа, находится пещера в останце, сложенном из серого базальта. Она разработана по двум пересекающимся трещинам. Длина ее 9,6 м, ширина 0,8—2,0 м, высота 2,4—4,0 м. В 4 м от входа она разветвляется на два рукава длиной 2,8 и 3,0 м.



Пещеры на р. Вакумбе.
А — план, Б — разрезы.
Пещеры: 1 — Приют Рыбаков, 2 — Комариная, 3 — Горбатая, 4 — Кальцитовая, 5 — Узкая.

В. А. Татарников, В. Д. Ищенко,
А. И. Бывшев

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВЫСОКОГОРНОМ КАРСТЕ БЫЗЬСКОГО ХРЕБТА

Бзыбский хребет Большого Кавказа известен в литературе как один из районов интенсивного развития карбонатного карста. В спелеологическом отношении его высокогорная часть до последнего десятилетия была мало изучена. По данным З. К. Тинтилозова на 1 апреля 1968 г. на Бзыбском хребте обнаружено 13 пещер [1, 2, 3].

В 70-е гг. начали спелеологическое исследование высокогорной части хребта спелеологи Москвы, Ленинграда и Томска. В летние сезоны 1972—1973 и 1975 гг. томские спелеологи клуба «Стикс» изучали центральную часть Бзыбского хребта. На площади 46 км² обнаружено и задокументировано 217 карстовых полостей. С 1978 г. они проводят карстово-спелеологические исследования в западной части Бзыбского хребта, на платообразной вершинной поверхности с абсолютными отметками 2000—2200 м и частично на южном склоне на высоте 1700—1800 м. На хребте четко выражены следы четвертичного оледенения.

В формировании современного рельефа большая роль принадлежит карстовым процессам. В высокогорной части Бзыбского хребта экспедициями клуба обнаружены среди голого карста отдельные участки задернованного карста, развивающегося под альпийскими лугами. Задернованный карст наблюдается также в лесной зоне южного склона хребта на высоте 1700—1800 м. Карстуются меловые известняки. Закарстованию их способствует трещиноватость, обусловленная тектоникой и морозным выветриванием.

В течение летних экспедиций 1978—1980 гг. на площади 25 км² найдено и задокументировано 62 карстовых полости суммарной глубиной 5510 м, общим объемом 102000 м³. Среди них 19 колодцев, 13 шахт, 30 пещер. Большинство исследованных карстовых колодцев имеет щелевидную форму, у двух форма приближается к цилиндрической. На дне пяти колодцев летом наблюдалось скопление снега от 80 до 600 м³.

Карстовые шахты имеют глубину 25—80 м, за исключением двух, глубина которых 116 и 160 м. Строение их в основном каскадное. На дне двух шахт обнаружен снег и лед, а в одной — снежный конус.

Среди пещер преобладают вертикальные (70%) с каскадным или сложным профилем, реже встречаются наклонные пещеры (20%) и весьма редко — горизонтальные (10%). К наиболее глубоким пещерам относится Багьянская (210), глубина остальных пещер колеблется от 15 до 90 м. В трех пещерах в летнее время (VII—VIII) наблюдались скопления снега, в Хащверцзыкской пещере обнаружен слой подземного льда объемом 1000 м³.

Отложения пещер, а также шахт и колодцев представлены главным образом осыпными и обвальными образованиями, состоящими из щебня и глыб. В пещерах южного склона Бзыбского хребта, на высотах 1700—1800 м, в зоне буковых лесов, встречаются пещерная глина и натечные образования (сталактиты, сталагмиты и покровные натечи), у привходовых частей отмечены скопления костей животных и обломки ветвей и стволов деревьев.

Полости лесной зоны имеют коррозионно-эрозионное происхождение, а полости вершинной поверхности хребта являются нивально-коррозионными. Значительную роль в формировании многих полостей играют обвальные процессы.

Из поверхностных карстовых форм широко распространены в данном районе карры и карстовые воронки. На участке между горами Абац, Химсул и Большая Чапара зафиксированы карровые поля площадью от 200 м² до 2—3 км². В них развиты преимущественно трещинные карры в виде борозд и щелей глубиной от 0,1—1,5 до 10 м и длиной до 25 м. Карстовые воронки развиты на участке между горами Худуадни и Напра

и севернее г. Большая Чапара. Среди них преобладают коррозионные воронки конусообразной формы диаметром 3—20 м, глубиной 1—10 м. На дне воронок, особенно крупных, в летнее время сохраняется снег. На склонах гор Абац и Адзашш распространены коррозионные воронки асимметричной формы, обусловленной длительным залеганием снежников. На пологом участке южного склона Бзыбского хребта, в лесной зоне, встречаются задернованные карстовые воронки диаметром до 50 м, глубиной 10—15 м.

Результаты проведенных исследований показывают, что на вершинных поверхностях Бзыбского хребта, в центральной и западной его частях, развиты как поверхностные, так и глубинные карстовые формы. Весьма характерно преобладание вертикальных карстовых полостей. Поверхностные и глубинные карстовые формы заложены в основном по двум почти перпендикулярным системам трещин северо-западного и северо-восточного направлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздецкий Н. А. Карст. М., 1954.
2. Тинтилов З. К. Глубинный карст Грузии. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1970, вып. 8—9.
3. Тинтилов З. К. Карстовые пещеры Грузии (морфологический анализ). Тбилиси, 1976.

**Н. А. Шурыгин, В. Д. Чуйков,
К. П. Черняева, Н. И. Клепинина**

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПЕЩЕРЕ ЗОЛУШКА

Пещера открыта черновицкими спелеологами в марте 1977 г. Она заложена в толще верхнего тортона, которая разломами разбита на блоки и обводнена. Вход в пещеру вскрыт в борту Кривского карьера при разработке гипса. Пещера находится в 0,8 км на юго-запад от с. Подвирна Новосилицкого района Черновицкой области и в 2 км от с. Крива Бричанского района Молдавии.

В 1977—1980 гг. Черновицкий спелеоклуб организовал пять экспедиций, в одной из которых (1978 г.) участвовали спелеологи других городов УССР. Они вели топосъемку и всесторонне исследовали пещеру. В 1977 г. закартировано около 10 км ходов, в 1978 г. длина закартированных ходов достигла 31,4 км, в 1979 г. — 40 км. После двух экспедиций 1980 г. пещера удлинилась на 20,1 км. К настоящему времени закартировано более 60 км весьма сложных и уникальных лабиринтов. Среди гипсовых пещер мира Золушка занимает третье место по длине и второе по объему (0,5 млн. м³).

В 1980 г. исследования велись к востоку, западу и северу от ранее изученных районов. В восточной части пещеры закартировано 3 района: Каньонный лабиринт, Дальний Восток и Камчатка, в западной части продолжено изучение в районе Голландский Сыр, в северной исследованы обводненные галереи Венеции.

Каньонный лабиринт представляет собой юго-восточную оконечность зала Динозавра. В нем развита сеть каньонов шириной 1—3 м с высотой бортов до 6—9 м, не достигающих потолка на 3—5 м. Днища их покрыты глинистым «паркетом» — полигональными отдельностями, разделенными трещинами шириной до 0,1 и глубиной 0,3—0,4 м.

Район Дальний Восток расположен между озером Восхождения и Переправой. Он имеет систему ходов, ориентированных на северо-восток. От восточного района отличается приподнятостью, меньшей шириной (1,5—2,5 м) и высотой (от 3—5 до 6—8 м) ходов. Зафиксированы купола (Исаакиевский и др.) диаметром 5—2 м и высотой до 8 м, колодцы (Голубой Треугольник и др.) глубиной до 8 м и озера (Дальневосточное и другие) длиной до 30 м и глубиной 0,5—2 м. Стены и потолок ходов изобилуют разнообразными по форме известково-туфогенными драпировками.

Район Камчатка лежит между Переправой и Безымянным колодцем; состоит из сети ходов (ширина 3—5, высота 2,5—4 м) и заловидных расширений, вдоль стен которых образовались большие конусообразные высыпки. Последние сложены вскрышными мелкокомковатыми глинам. Глинистый заполнитель днищ некоторых галерей прорезают эрозионные борозды глубиной до 0,3 м, а потолок осложняют складки гидратации неправильной концентрической формы.

Район Голландский Сыр находится к северу от лабиринта Анаконды. Он характеризуется чрезвычайно густой сетью ходов шириной 1—2 м, переходящих в вертикальные и горизонтальные щели. Сообщение между этажами возможно по провалам и промытым тоннелям, которые придают району вид пчелиных сот или ноздреватого голландского сыра. Пол и стены лабиринта покрыты местами полужидкой глиной со следами недавнего обводнения. Глинистые прослои и скопления местами имеют ярко красный цвет. В карманах и понижениях лабиринта концентрируется воздух с высоким содержанием CO_2 (до 3,5%).

Галереи района Венеции образованы сравнительно узкими (1—2 м) и глубокими (до 6—8 м) щелями, в нижней части заполненными водой.

Почти все исследованные в 1980 г. районы, особенно Голландский Сыр, перспективны в плане открытия новых лабиринтов.

В. П. Коржик, В. Н. Андрейчук

СПРАВОЧНЫЙ ОТДЕЛ

УДК 551.4

ГЛУБОЧАЙШИЕ И ДЛИННЕЙШИЕ ПЕЩЕРЫ В ГИПСАХ

Гипсовый карст развит на всех континентах, кроме Антарктиды. Он характеризуется разнообразием поверхностных и подземных форм. Среди последних наибольший интерес для спелеологов представляют пещеры.

С. Кемпе [2] приводит список 6 глубочайших гипсовых пещер:

- | | |
|---|---------|
| 1. Шахта А, Пьемонт, Италия | — 200 м |
| 2. Тоннель Сумидор в Валлада, Валенсия, Испания | — 150 |
| 3. Пропасть Фантини, Равенна, Италия | — 118 |
| 4. Милл Рейс, Нью-Мексико, США | — 110 |
| 5. Сечча, Болонья, Италия | — 100 |
| 6. Пропасть Гавилан, Нуэво Леон, Мексика | — 99 |

Пещер длиной свыше 100 м насчитывается 185: в СССР — 58, Италии — 55, США — 34, ФРГ — 11, ГДР — 5, Испании — 5, Канаде — 4, Швейцарии — 4, Мексике — 3, Австрии — 1, Аргентине — 1, Греции — 1, Колумбии — 1, Польше — 1 [2]. С. Кемпе [2] приводит список 100 длиннейших гипсовых пещер протяжением 240 м и более, который дополнен редакцией журнала 8 полостями штата Оклахома.

В 1970 г. в нашей стране было известно 290 пещер в гипсо-ангидритовых породах. В настоящее время их учтено около 400. Всего на территории СССР, видимо, более 1000 гипсовых пещер. Согласно Р. Л. Брайшу [1], такое же количество пещер имеется в США, где гипсы и ангидриты приурочены ко всем геологическим системам, кроме докембрия.

По С. Кемпе [2], 40 пещер имеют длину 1000 м и более, из них 15 находится на территории СССР. Открытия советских спелеологов позволяют внести существенные поправки в эти данные. В настоящее время пещер длиной 1000 м и более насчитывается 53, из них 29 на территории нашей страны (в том числе Карлюкская в гипсах и известняках). Из 27 пещер длиной более 2000 м, приведенных ниже, 8 находится на Украине, 7 — в Архангельской области, 1 — в Пермской и 1 — в Средней Азии. Сведения по СССР заимствованы из работ В. Н. Дублянского, В. М. Голода, Е. В. Коврижных, И. И. Саенко, Ю. Л. Зимельса, В. П. Коржика, В. Н. Андрейчука, А. Г. Чикишева.

Длиннейшие гипсовые пещеры мира, м

- | | | | |
|--------------------|---------|------|--------|
| 1. Оптимистическая | Украина | СССР | 147000 |
| 2. Озерная | Украина | СССР | 104528 |
| 3. Золушка | Украина | СССР | 60100 |
| 4. Кристальная | Украина | СССР | 22000 |
| 5. Млынки | Украина | СССР | 17000 |
| 6. Вергеба | Украина | СССР | 7820 |

7	Конституционная	Архангельская обл.	СССР	5700
8	Система Аква Фредда	Болонья	Италия	5670
9	Кунгурская	Пермская обл.	СССР	5600
10	Белореченская	Архангельская обл.	СССР	4900
11	Джестер	Оклахома	США	4430
12	Ленинградская	Архангельская обл.	СССР	3400
13	Паркс Ранч	Нью-Мексико	США	3230
14	Карлюкская	Средняя Азия	СССР	3200
15	Педро Фернандец	Мадрид	Испания	3200
16	Им. десятилетия Ленинград- ской секции спелеологии	Архангельская обл.	СССР	2600
17	Стикс	Техас	США	2557
18	Система Селман	Оклахома	США	2524
19	Северянка	Архангельская обл.	СССР	2300
20	Нескатунга	Оклахома	США	2420
21	Виммельбургер	Ю. Гарц	ГДР	2400
22	Кофи	Нью-Мексико	США	2320
23	Пинежская им. А. Терещенко	Архангельская обл.	СССР	2300
24	Атлантида	Украина	СССР	2200
25	Географического общества СССР (Е5-Е7)	Архангельская обл.	СССР	2150
26	Угринь	Украина	СССР	2120
27	М. Гортани	Болонья	Италия	2015

Среди гипсовых оборудованы как туристические пещеры: Кунгурская ледяная и Кристальная (СССР), Хаймкеле и Барбароссы (ГДР), Зегеберг (ФРГ), Сан-Леонард (Швейцария), Алебастровая (США).

ЛИТЕРАТУРА

1. Breisch R. L. The truth about gursum caves. NSS News, 1978, N 9.
2. Kempe S. Gypsum caves of the world. NSS News, 1978, N 8.

Г. А. Максимович, К. А. Горбунова

МИНЕРАЛОГИЯ КАЛИФОРНИЙСКОЙ ПЕЩЕРЫ В МРАМОРАХ

В Калифорнии, в южной части Сьерры Невады, на высоте 1600 м, находится пещера Лилберн длиной 12 км. Она возникла по контакту мраморов и гранитов.

В своде пещеры наблюдаются контактно-метасоматические породы, образовавшиеся при взаимодействии известняков с металлоносными горячими растворами и газами. Геологическая обстановка обусловила появление в ней разнообразных минералов [3].

В пещере преобладает кальцит, слагающий сталактиты, сталагмиты, брчки, занавеси, натечные образования на полу, геликтиты, микрогеликтиты, пещерный жемчуг, гуры, плавающие пленки, пещерное молоко и кристаллы. Арагонит установлен в сталактитах в виде содержащих медь, цинк и никель зелено-голубых игл. Азурит обнаружен на своде пещеры, в маленьких кавернах. Малахит образует коры, кольца (?), нитевидные формы, называемые американцами «волосами ангела», а включения наблюдаются

блюдаются также в кавернах. Хризосола и эпидот имеются в гальке и булыжнике временных пещерных потоков. Гидромагнетит содержится в пещерном молоке. Гематит образует агрегаты в ядре пещерного жемчуга и окрашивает кальцит в оранжевый цвет. Лимонит также окрашивает пещерные натеки, высота которых достигает более 20 м. Вад представляет собой красящий агент черных натеков на полу. Гипс образует коры, кристаллы и «волосы ангела». Витерит найден в белой коре. Сфалерит образует кристаллы в гетит-гематитовых жилах. Аксинит в виде светло-коричневых кристаллов зафиксирован на бледно-лиловых кремнистых сланцах. Тремолит представлен небольшими скоплениями игольчатых кристаллов и горной кожей с войлочной структурой.

Многие из приведенных минералов не типичны для пещер в мраморах [1, 2], так как к ним отнесены образования некарбонатных стен и пещерного аллювия. Благодаря горячим металлоносным растворам в потолке и стенах накопились разнообразные химические элементы, которые обусловили возникновение в пещере разнообразных вторичных минералов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Максимович Г. А. Количество вторичных минералов пещер карбонатного карста. — В кн.: Вопросы карстоведения. Перм. ун-т, 1970, вып. 2.
2. Максимович Г. А. 26 минералов сталактитов и сталагмитов пещер карбонатного карста. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1971, вып. 10—11.
3. Rogers B., Williams S. The mineralogy of Lilburn cave, California. NSS Bull., 1976, 38, N 4.

Г. А. Максимович

СТАЛАКТИТЫ В ШТОЛЬНЕ

При изучении формирования природных пещерных карбонатных образований целесообразно использовать данные о натеках в искусственных сооружениях [1, 2]. В большинстве случаев, зная время начала роста таких натеков, можно определить скорость этого процесса, которая, как правило, в несколько раз выше, чем в природных пещерах.

На одном из участков канала в нижнеюрских мергелях и известняках, между реками Майн и Дунай, в 1846 г. была пройдена дренажная штольня. Там, где облицовка стен и свода выработки нарушена, наблюдается слабое высачивание гидрокарбонатно-кальциевых вод с минерализацией 300 мг/л. Общий приток в штольню составляет 0,3 л/сек. Несмотря на незначительную минерализацию и величину притока подземных вод, происходит образование сталактитов и других натеков из кальцита, с примесью гидроокислов железа и окиси марганца. Только на одном участке нарушения облицовки штольни отложилось 20 т осадка, то есть в среднем 151,5 кг в год [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Максимович Н. Г. Карбонатные сталактиты и сталагмиты в подвале Московского университета. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1976, вып. 16.
2. Максимович Н. Г. Сталактиты в подвалах. — В кн.: Пещеры. Перм. ун-т, 1978.

3. Kanz W., Schnitzer W. A. Tropfsheinbildungen und Wasserchemismus im Entwässerungsstollen des Ludwigskanals bei Olsbach. — Geol. Bl. N. Q-Bayern, 1978, N 2—3.

Н. Г. Максимович

**КРУПНЕЙШИЕ КАРСТОВЫЕ И ЛАВОВЫЕ ПОЛОСТИ
РАЗЛИЧНЫХ СТРАН МИРА
LES GRANDES CAVITES MONDIALES.
SPELUNCA, 1977, N 2 SUPPLEMENT**

К VII Международному спелеологическому конгрессу в Шеффилде комиссия по большим полостям Международного спелеологического союза опубликовала специальную работу, где приведены данные о глубочайших и длиннейших пещерах мира. Они собраны К. Шамбером на основе сообщений многочисленных корреспондентов из разных стран.

В работе отсутствуют оглавление, указатели, списки длиннейших и глубочайших полостей мира, что затрудняет пользование этой ценной сводкой. Объем ее более 8 авторских листов, поэтому рассмотрим данные о длиннейших пещерах отдельных стран и континентов.

Длиннейшие пещеры

Страна	Длина пещеры, м		Всего пещер	Суммарная длина, м
	наиболее длинной	наиболее короткой		
СССР	110 840	2 000	3,6	393 024
147000 (на 1 февраля 1981 г.)				
Европа и Атлантика				
Австрия	42 000	3 200	18	222 091
Бельгия	5 720	715	22	32 132
Болгария	11 200	1 995	12	50 901
Великобритания	38 500	3 050	32	275 680
Венгрия	25 000	ок. 1000	17	62 588
ГДР	2 400	1000	5	7 860
Греция	3 400	ок. 1000	8	16 250
Ирландия	11 800	3 000	8	46 010
Исландия	1970	1350	4	6 300
Испания	60 000	ок. 3 000	50	363 554
Италия	ок. 14 000	ок. 3 000	22	138 176
Люксембург	4000	—	1	4 000
Норвегия	9 500	1000	22	45 244
Польша	ок. 8 000	1070	12	35 465

Продолжение таблицы

Страна	Длина пещеры, м		Всего пещер	Суммарная длина, м
	наиболее длинной	наиболее короткой		
Португалия	ок. 2500	—	1	2500
Румыния	20785	2000	35	165018
Франция	35600	ок. 3000	100	724872
ФРГ	ок. 7000	1000	26	49090
ЧССР	ок. 10000	1525	17	84256
Швейцария	129525	2000	16	213189
Швеция	ок. 2100	180	11	8295
Югославия	10300	2200	23	119990
				Итого: 462
Африка				
Алжир	3 887	1000	4	7 487
Кения	3 500	—	1	3 500
Конго	1500	—	1	1500
Ливия	2 250	705	4	5 835
Мадагаскар	8 350	1 100	4	22 850
Марокко	7 750	1 100	15	41424
Танзания	3 500	—	1	3 500
Тунис	1 700	565	2	2 265
Эфиопия	15 100	2 500	2	17 600
Ю. Африка	10 800	1000	17	51086
				Итого: 51
Азия				
Афганистан	1270	327	3	2 270
Иран	1364	—	1	1364
КНДР	1500	—	1	1500
КНР	10 000	—	1	10 000
Лаос	4 200	2 000	4	13 200
Ливан	8 330	1100	9	28 346
Малайзия	3 200	1 400	3	5 600
Непал	1479	190	2	1669
Папуа-Н. Гвинея	20500	1040	11	39 794

Окончание таблицы

Страна	Длина пещеры, м		Всего пещер	Суммарная длина, м
	наиболее длинной	наиболее короткой		
Турция	5 500	1000	8	20038
Филиппины	ок. 9 000	6000	2	15000
Ю. Корея	8 000	1000	12	32811
Япония	ок. 8 000	1500	9	33200
Итого: 66				
Америка				
Аргентина	2 500	800	3	4 138
Боливия	1620	660	2	2 280
Белиз	3 785	—	1	3 785
Бразилия	20 540	1080	30	106 790
Венесуэла	10 200	1000	20	40 295
Гватемала	7 900	ок. 1 000	13	36 162
Канада	13 100	965	10	38 549
Колумбия	1237	800	5	4 900
Куба	26 000	2 900	13	134 861
Мексика	7 205	ок. 3 000	14	59 531
Перу	2 141	ок. 1 000	3	5 024
Пуэрто-Рико	7 000	1600	2	8 600
США	307 000	2 740	174	1907 707
Эквадор	4 900	1 199	2	6 099
Ямайка	5 633	1202	9	30533
Итого: 301				
Австралия и Океания				
Австралия	16 000	2 000	16	78 181
Гавайи	ок. 10 000	3 400	2*	13 400
Н. Зеландия	10100	3 535	7	37 509
Н. Каледония	3 900	3 700	2	7 600
Соломоновы о-ва	364	—	1	364
Тасмания	2 507	2 000	5	10 557
Итого: 33				

* Лавовые

Список включает 949 пещер, чаще всего длинее 1 км. Протяженность наиболее длинной пещеры в Америке — 307, Европе — 131,6, Азии — 20,5, Австралии — 16, Африке — 15,1. В Америке наибольшая суммарная протяженность полостей — в США (1907707 м), в Европе — во Франции (724872), в Австралии и Океании — в Австралии (78181), в Африке — в Ю. Африке (51086), в Азии — в Папуа — Н. Гвинее (39794).

Преобладают карстовые пещеры в карбонатных отложениях. Пещеры в гипсах отмечены в СССР, ГДР и США, в конгломератах — в СССР и Турции, лавовые — в Исландии, на Гавайских островах, в Ю. Корее, Японии и США. Пещеры в кварцитах известны в Венесуэле. К сожалению, в работе часто не указывается возраст пород, вмещающих пещеры; не всегда приведены данные о литологии и петрографии.

Г. А. Максимович, И. М. Тюрина

РЕЦЕНЗИИ

НОВАЯ КНИГА О КАРСТЕ ЮЖНОЙ СИБИРИ

Р. А. Цыкин, Ж. Л. Цыкина. **Карст восточной части Алтае-Саянской складчатой области.** Новосибирск, 1978

Монографию открывает раздел «Классификация карста и история его изучения», где наряду с общими вопросами карстования на основе фактического материала и литературных данных рассматриваются четыре основные условия развития карста, выделенные Д. С. Соколовым (1962). Авторы уточняют формулировку общих закономерностей развития карста и создают новую классификацию карста зоны гипергенеза, исходя из положения карстовых форм в геологическом пространстве растворимых пород. Вторая часть раздела посвящена истории изучения карста описываемого региона. В частности, подчеркивается роль туристов в открытии подземных полостей.

В разделе «Районирование карста и характеристика карстовых областей» впервые осуществлено районирование карста указанной территории на геологической основе с выделением карстовых областей, районов и участков, а также приводятся данные по карстовым областям Восточного Саяна, Западного Саяна, Кузнецкого Алатау и Минусинского межгорного прогиба.

В разделе «Развитие типов карста» в соответствии с предложенной классификацией рассмотрены формы, распространение, возраст, происхождение различных типов карста — голого и задернованного, покрытого, кольматированного и полого пещерного. При описании последнего типа указываются длина и глубина обследованных пещер, их морфологические особенности, плотность и густота. На основании различия гипсометрических отметок по отношению к уровням местных дрен выяснена приуроченность пещер к предгорному и низкогорному ярусам рельефа. Здесь же приводятся данные о возрасте и отложениях пещер, анализируются теоретические вопросы спелеогенеза.

В разделе «Гидрогеологические условия карста» помещены данные по водообильности горных пород, гидродинамической зональности и химизму карстовых вод. Впервые осуществлено карстово-гидрогеологическое районирование восточной части Алтае-Саянской области, в основу которого положен геологоструктурный принцип. В зависимости от геологического строения карстующихся массивов, их размеров и положения в тектонической структуре регионов авторы выделяют гидрогеологические массивы и адартезианские бассейны карстовых вод первого порядка, карстовые водоносные массивы и бассейны карстовых вод второго порядка.

К сожалению, текст раздела не лишен неясностей и опечаток. Так, выделение гидрохимических фаций, «смешанных по катионам», требует, на наш взгляд, дополнительного разъяснения (с. 71). В табл. 3 эти фации имеют, согласно Г. А. Максимовичу (1955), вполне определенное название: гидрокарбонатно-кальциевая, сульфатно-натриевая, гидрокарбонатно-

сульфатно-магниева и другие. Некоторые из них приведены неверно. В частности, последняя фашия в табл. 3 должна именоваться сульфатно-натриево-хлоридной, а не сульфатно-натриевой. В первой графе табл. 3 неверно отмечена минерализация.

В разделе «Научное и практическое значение карста» выясняется положительная и отрицательная роль карста в инженерно-хозяйственной деятельности человека.

В последнем разделе — «Методика изучения карста» — содержатся рекомендации по изучению карста в месторождении инженерно-геологических, геоморфологических исследований и разведке месторождений карбонатных пород. Книга иллюстрирована качественно выполненными фотографиями различных карстовых форм, ландшафтов, натечных отложений пещер.

Горно-складчатые районы юга Сибири характеризуются широким развитием карбонатных пород и карстовых явлений. Тем не менее эта территория изучена в карстологическом отношении сравнительно мало. Поэтому появление обобщающей сводки по карсту Сибири, несомненно, будет с одобрением встречено советскими карстововедами.

Г. В. Бельтюков

КНИГА О ПЕЩЕРАХ УРАЛА

Ю. Лобанов. **Уральские пещеры**. Свердловск, 1979

Новая книга о пещерах Урала написана известным советским спелеологом Ю. Е. Лобановым.

Первая глава посвящена свердловской спелеологической секции, члены которой штурмовали такие шахты, как Каскадная, Сумган-Кутук, Снежная, Киевская. Во второй главе рассматривается влияние пещерных нагрузок на организм человека и даются советы по снижению их неблагоприятного воздействия. Третья глава является путеводителем по новым уральским пещерам, исследованным в основном свердловскими спелеологами. В четвертой главе рассказывается о происхождении пещер. Интересны новая классификация пещер, теория развития пещерообразующих трещин; схема эволюции пещер, дополняющая уже известные представления советских карстоведов Г. А. Максимовича и Л. И. Маруашвили.

Заканчивается книга кратким словарем специальных терминов.

К. А. Горбунова

ПЕЩЕРЫ БОЛГАРИИ

Петър Трантеев, Косю Косев. **Пещерите в България**. София, 1978

На территории Болгарии выделено 4 карстовые области и 50 карстовых районов. Наибольшее количество пещер отмечено в Старопланинской карстовой области.

В книге освещаются история исследования пещер и достижения болгарской спелеологии. На 1 февраля 1978 г. закартировано и включено в картотеку 2250 пещер. В недалеком будущем их число увеличится до 3000. 28 пещер имеют протяженность более 1000 м, среди них Духлата длиной 13 229 м. Суммарная глубина 31 пропасти составляет 4558 м. Наиболее глубокая из них — Райчова Дупка исследована на глубину 372 м.

Богата и разнообразна фауна пещер. Многочисленные иллюстрации дают представление о красоте болгарских пещер и разнообразии их фауны.

К. А. Горбунова

НОВАЯ МОНОГРАФИЯ ПО КАРСТУ ВЕНГЕРСКОГО КАРСТВЕДА

Л. Якуч. **Морфогенез карстовых областей. Варианты эволюции карста.** М., 1979.

Автор монографии — видный венгерский исследователь карста, известный советскому читателю по книге «В подземном царстве», изданной на русском языке в 1963 г. Рецензируемая монография была опубликована в 1971 г. на венгерском языке и в 1977 г. на английском языке в Будапеште, Нью-Йорке и Бристоле. Русский перевод под редакцией Н. А. Гвоздецкого сделан с будапештского издания.

Под морфогенезом карста автор понимает науку о происхождении карстовых форм, которая является частью геоморфологии. Значительное место в книге отводится карстовой коррозии или специфической денудации, заключающейся в растворении, главным образом, известняков, а также других легко растворимых в воде пород. Рассматриваются такие виды растворения известняка, как карбонатное — в чистой дистиллированной воде, бикарбонатное — в воде, содержащей двуокись углерода, и происходящее под воздействием других химических соединений, преимущественно органических кислот. Карстовая коррозия зависит от минерального и химического состава породы, ее структуры, текстуры, степени трещиноватости, характера слоистости. Охарактеризованы также коррозия доломита, растворение гипса и каменной соли, а также других полиминеральных пород.

Большую роль в карстовании автор отводит эпейрогеническим движениям, трещиноватости, климату, рельефу. Влияние климата показано на примере ледниковых и перигляциальных областей, умеренной, средиземноморской, пустынной и тропической зон. Отмечено также значение почвенного микроклимата для карстования.

Л. Якуч вводит понятие об автогенном и аллогенном карсте. Автогенный характерен для приподнятых над окружающей территорией известняковых массивов, оказывающихся областями питания карстовых вод. Аллогенный карст типичен для расположенных среди некарстующихся пород известняков, дренирующих воды соседних территорий. Убедительно показаны геоморфологические различия карстования. В заключительном разделе рассмотрена роль антропогенного фактора в карстообразовании.

Капитальный труд Л. Якуча — одно из наиболее полных зарубежных исследований по карсту, выполненное в географическом аспекте. Книга содержит ценный материал для карстоведов, спелеологов, физико-географов, геоморфологов и геологов.

К. А. Горбунова

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СПЕЛЕОЛОГИИ И КАРСТА РУМЫНИИ

Труды института спелеологии имени Эмиля Раковница. Бухарест, 1976, т. XV.

Travaux de l'Institut de Speologie «Emile Racovitz». Bucarest, 1976, XV.

Издание посвящено в основном биоспелеологии. Открывается оно статьей об известном французском биоспелеологе Рене Жаннеле, столетие со дня рождения которого отмечено в 1979 г.

Наибольший интерес представляет статья И. Фимана «Морфогенез и классификация драпировок пещер». Этот вопрос мало изучен в спелеологической литературе. После обзора предшествующих работ автор предлагает новую классификацию драпировок, характеризуя следующие их разновидности: 1) простые (или классические); 2) волнистые с расстоянием

между гребнями волн до 30 см; 3) зубчатые с микрогурами; 4) сталагмитовые; 5) палетки (лопатки) — всякие тарелки; 6) щиты; 7) межсталагмитовые мембраны; 8) балдахины; 9) тололиты.

Статья Г. Диакону посвящена генезису кальцитового мондмилха. В ней приведены результаты изучения 12 пещер румынских Карпат.

Из работ по гидрогеологии карста выделяются статьи И. Повре о карстовом источнике Черны и К. Горана по гидрографии карстовой зоны Тополница-Епуран, Т. Русу об эволюции гидрографической сети в одном из карстовых районов гор Аэдуреа Кратерюй. Т. Константинеску описал карст одного из районов меридиональных Карпат. В двух биоспелеологических работах обстоятельно охарактеризовано пещерное гуано.

Г. А. Максимович

ИЗУЧЕНИЕ ПЕЩЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОД ЭЛЕКТРОННЫМ МИКРОСКОПОМ

В английском журнале *Studies in Speleology* (1977, т. 3, ч. 1) содержится интересный материал по различным разделам спелеологии, в частности, статья П. А. Балла, посвященная исследованию пещерных отложений Южного Уэльса.

Благодаря особой природе пещерные отложения могут использоваться как индикаторы палеоклиматических условий при изучении с помощью сканирующего электронного микроскопа. Такие исследования позволяют реконструировать условия осадконакопления не только в пещерах, но и на поверхности.

Изучению подвергались кварцевые зерна, взятые из пещерных отложений. Е. Кринслей показал, что поверхность кварцевых частиц неповторима и зависит от условий седиментации, которые в свою очередь являются индикаторами палеоклиматических условий. Исходя из этого П. А. Балл установил, что отложения пещер Южного Уэльса имеют общий источник — породы, перекрывающие пещеры. Последовательность отложений сохраняется для отдельных пещер. Доказана возможность корреляции микроклиматических изменений в Южном Уэльсе. Таким образом, применение сканирующего электронного микроскопа возможно при подобных исследованиях, однако необходимо обратить внимание на статистическую обработку материала, правильность отбора образцов и их подготовку к изучению.

Н. Г. Максимович

БИБЛИОГРАФИЯ

ЛИТЕРАТУРА ПО ПЕЩЕРАМ И КАРСТУ 1975 г.

КНИГИ

- Вологодский Г. П. Карст Иркутского амфитеатра. М., 1975. 124 с.
Гидрогеология и карстование. Вып. 6. Пермь, 1975. 124 с.
Гидрогеология и карстование. Вып. 7. Пермь, 1975. 195 с.
Дорофеев Е. П., Лукин В. С. Кунгурская ледяная пещера. Путеводитель. Пермь, 1975. 68 с.
Исламов У. Пещера Мачай. Ташкент, 1975. 136 с.
Кастере Н. Полвека под землей. Избр. Пер. с фр. М., 1975. 192 с.
Кухарев Н. М. Инженерно-геологические изыскания в областях развития карста в целях строительства. М., 1975. 168 с.
Лукин В. С., Ежов Ю. А. Карст и строительство в районе Кунгура. Пермь, 1975. 120 с.
Маматкулов М., Атаджанов И. Чудеса пещер. Ташкент, 1975. 16 с. — Узб.
Состояние и задачи карстово-спелеологических исследований. Тез. докл. на Всесоюз. совещ., Ленинград, 12—14 февр., 1975 г. М., 1975. 201 с.
Тинтилозов З. Новоафонская пещера. Тбилиси, 1975. 39 с. — Груз.
Чванов М. Лестница в небо. Записки спелеолога. Уфа, 1975. 214 с.
Чикишев А. Г. Географические условия развития карста. М., 1975. 114 с.

СТАТЬИ

- Алькова Е. И. Карст Батеневско-Беллыкского изгорья. — В кн.: Материалы по географии Средней Сибири. Красноярский край и Тувинская АССР. Красноярск, 1975, с. 84—91.
Братнина И. А., Пригода В. Я., Шершаков В. А. Метод вычитания полей и его применение при исследовании карстовых районов — Тр./Произв и НИИ по инж. изысканиям в стр-ве, 1975, вып. 42, с. 17—50.
Брылев В. А., Самборский Ю. П. О карстопроявлениях в Волгоградском Поволжье. — В кн.: Вопросы физической географии и геоморфологии Нижнего Поволжья. Саратов, 1975, вып. 3 (7), с. 58—63.
Веретенникова Т. Ю. Строение сталактитов кальцита из пещеры «Соломенная» на Южном Урале. — Тр./Свердл. горн. ин-т, 1975, вып. 106, с. 162—165.
Верина В. Н. Подземные воды в закарстованных местностях и задачи их охраны, — В кн.: Охрана природы Молдавии. Кишинев, 1975, вып. 13, с. 37—51.
Волошин И. И., Ревера О. З. Влияние карста на формирование среднего годового стока рек северо-запада Украинской ССР. — Тр./Укр. НИИ гидрометеорол. ин-т, 1975, вып. 135, с. 82—87.

- Вопросы географии горного Алтая. Барнаул, 1975. 126 с.
- Из содерж.: А. М. Маринин. История исследования карста Алтая, с. 3—14; А. Н. Климентова. Густота и плотность карстовых форм хребта Иолго, Северный Алтай, с. 14—17; А. М. Маринин. Сопоставление развития карста на Алтае и Кавказе, с. 30—34.
- Вопросы инженерной геодинамики. Вып. 1. Ташкент, 1975.
- Из содерж.: И. И. Атаджанов. Пещеры карбонатного карста Западного Тянь-Шаня и их практическое значение, с. 87—96; М. М. Маматкулов, А. Алимов. К истории развития карбонатного карста Центральных Кызылкумов и Нуратинских гор, с. 97—102.
- Вопросы физической географии Урала. Вып. 2. Пермь, 1975. 156 с.
- Из содерж.: А. А. Неулыбина, Р. И. Вековщина, Е. И. Федянина. Влияние карста на условия сельскохозяйственного производства (на примере ряда хозяйств Пермской области), с. 44—46; К. Г. Бутырина. Карстовые районы и участки центральной части Пермской области, с. 47—65; Р. В. Яценко. Карстовые озера Сьлвинско-Шаквинского междуречья, с. 66—71; К. Г. Бутырина, С. В. Красных, С. Н. Ожегова, Н. В. Ширинкина. Особенности вертикальных гидрохимических профили карстовых озер, с. 72—79.
- Гамалей Б. М., Секачева Н. Г., Дончук А. А. Изучение закарстованных пород на месторождениях полезных ископаемых. — Тр./ ВНИИ гидрогеологии и инж. геологии, 1975, вып. 81, с. 82—85.
- Гвоздецкий Н. А., Абкужабаров М. А. «Минчукур» — особый тип карстового ландшафта в хребте Байсунтау. — Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 1975, т. 50, № 2, с. 154.
- Гвоздецкий Н. А. О содержании понятия «Карст» и сущности географического подхода к изучению карстовых явлений (вводная лекция к спецкурсу «Карстовые ландшафты»). — Вестн. МГУ. География, 1975, № 1. с. 60—64.
- Гвоздецкий Н. А. О новом типе карров, встреченном в Горном Алтае. — Там же, 1975, № 5, с. 90—91.
- География и хозяйство Красноярского края. Красноярск, 1975.
- Из содерж.: Р. А. Цыкин. К проблеме спелеогенеза и эволюции пещер юга Средней Сибири, с. 57—61; Р. А. Цыкин, Ж. Л. Цыкина. Происхождение и типы входов в карстовые пещеры Южной Сибири, с. 61—64; Н. Н. Попова. Особенности развития карста в Приенисейской части Восточного Саяна, с. 64—66.
- Гигинейшвили Г. Н., Табидзе Д. Д. Единый уровень подземных вод в условиях платформенного карста Западной Грузии. (Дзирульский карстовый район). — Сообщ. АН ГССР, 1975, т. 77, № 3, с. 629—632.
- Гигинейшвили Г. Н. Карстовые воды Дагестана. — В кн.: Природные черты Грузии и смежных областей. Тбилиси, 1975, с. 49—57.
- Данилова Н. С. Полигонально-трещинный и термокарстовый криогенный рельеф Средней Сибири. — Тр./ Произв. и НИИ по инж. изысканиям в стр-ве, 1975, вып. 36, с. 115—123.
- Даргевич В. А., Григорьев Н. В. Сравнительная оценка перспектив на латеритные и латеритно-карстовые бокситы юго-западной части Чулымо-Енисейской впадины. — Тр./ СибНИИГеологии, геофизики и минер. сырья, 1975, вып. 189, с. 49—57.
- Демин Л. В. Карст хребта Лозовый. [Приморский край]. — Тр./ Дальневост. политехи, ин-т, 1975, т. 119, с. 190—193.
- Денисов А. К. Водорегулирующая роль леса в районах карста Марийской АССР. — В кн.: Всесоюз. совещ. по водоохранным-защитной роли горн. лесов. Тез. докл. Красноярск, 1975, ч. 1, с. 37—39.
- Доценко С. Б. Опыт показа карста в музейной экспозиции. — Сб. музея земледения МГУ, 1975, вып. 11, с. 209—216.

Дублянский В. Н., Шутов Ю. И., Приблуда В. Д. Индикаторные опыты в некоторых карстовых областях Альпийской складчатой зоны юга СССР. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1975, № 7, с. 74—82.

Дублянский В. Н., Комарова М. В. Использование перфокарт при исследовании карстовых пещер и шахт. — В кн.: Информационно-поисковые системы в инженерной геологии. М., 1975, с. 146—158.

Дублянский В. Н., Боярко Е. И., Коваленко Л. А. Генезис крупнейших карстовых шахт альпийской складчатой зоны Евразии — Докл. АН СССР, 1975, т. 222, № 2, с. 433—435.

Дьяконов А. И., Шелкопляс П. А. О роли и значении палеокарста при прогнозе нефтегазосности в Северо-Западном Предкавказье — Тр./ВНИГНИ, 1975, вып. 170, с. 187—190.

Иливицкий А. А. Методы расчета устойчивости кровли карстовых полостей. — Тр. /Урал, электромех. ин-т. инж. ж.-д. трансп., 1975, вып. 44 с. 183—196.

Инженерно-геологические условия Средней Азии. Ташкент, 1975.

Из содерж.: М. М. Маматкулов. К инженерно-геологической характеристике карста Западного Тянь-Шаня, с. 68—75; И. И. Атаджанов. К комплексной характеристике карстовых пещер бассейна р. Пскема, с. 75—81; А. Алимов. О карсте Нурагинских гор, с. 81—84; М. А. Хашимов. О карсте Хандизы, с. 85—87; Г. Т. Турсунов. О характере трещиноватости и карстобразования карбонатных пород Зирабулакских гор, с. 88—94; К. Р. Арипов. Морфометрическая характеристика пещер горы Чильустун, с. 94—97.

Казанбиев М. К. Значение карстовых процессов в образовании серных залежей Дагестана. — Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол., 1975, т. 50, № 2, с. 156—157.

Казанбиев М. К. Карст известнякового Дагестана. — Изв. Все-союз. геогр. о-ва, 1975, т. 107, вып. 1, с. 54—59.

Кайдалов В. И., Галкин Л. К. Карстогенные структуры севера Оренбургской области. — Науч. тр. /Юж.-Урал. отд.-ние ВНИГНИ, 1975, вып. 3, с. 61—64.

Каландадзе А. Н., Каландадзе К. С., Мамацшвили Н. С. Результаты комплексного изучения Белой пещеры. — Сообщ. АН ГССР, 1975, т. 80, № 3, с. 753—756.

Ковришвили К. В. Карстовые феномены горной озерной котловины Рицы. — Сообщ. АН ГССР, 1975, т. 77, № 3, с. 633—636.

Корженевский Б. А., Рогожников В. Я. К вопросу генезиса карстовых пещер в гипсах Подолии. — Докл. АН УССР. Сер. Б. Геол., геофиз., хим. и биол., 1975, № 2, с. 111—115.

Корженевский Б. А., Тарасова С. П. Некоторые вопросы развития карста внутренней антиклинальной зоны Карпат. — В кн.: Проблемы гидрогеологии и инженерного грунтоведения. Киев, 1975, вып. 4, с. 136—139.

Кригер Н. И. Лессовый псевдокарст. — Тр. / Произв. и НИИ по инж. изысканиям в стр-ве, 1975, вып. 32, с. 25—49.

Лукашев К. И., Лукашев В. К., Тихонов С. А. Тонкодисперсные минералы элювиальных образований карста Белоруссии — Докл. АН БССР, 1975, т. 19, № 3, с. 261—264.

Маруашвили Л. И. Отпечаток климатических циклов в пещерных отложениях. — Докл. АН СССР, 1975, т. 225, № 3, с. 651—654.

Материалы по географии Алтайского края. Барнаул, 1975.

Из содерж.: А. Н. Климентов. а. Состояние изученности карстовых форм рельефа в Горном Алтае, с. 3—9; А. М. Маринин. Типизация карста Алтая, с. 10—23; А. М. Маринин. Каталог карстовых пещер Алтая, с. 24—36.

Меликидзе И. Г., Алавидзе Т. Г., Хурашвили Г. И. Изучение крепости горных пород Иверской пещеры. — *Вопр. физики горных пород. (Ин-т горн. механики им. Цулукидзе)*, 1975, вып. 5, с. 49—70.

Михно В. Б. Динамика карстовых ландшафтов Среднерусской возвышенности. — *Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол.*, 1975, т. 50, № 2, с. 154—155.

Михно В. Б. Роль антропогенных факторов в развитии карстовых ландшафтов (на примере склонового типа местности Среднерусской возвышенности). — В кн.: *Материалы 2-й регион. конф. «Антропогенные ландшафты центральной черноземной области и прилегающих территорий»*. Воронеж, 1975, с. 147—149.

Натаров В. Д., Туркень М. Л. Рудный карст Кривбасса. — *Сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. и проект.-конструк. ин-т по осушению месторождений полез. ископаемых, спец. горн, работам, руднич. геологии и маркшейд. делу*, 1975, вып. 21, с. 27—31.

Некоторые проблемы географии Горного Алтая. Барнаул, 1975. 140 с.

Из содерж.: А. М. Климонтов, А. Н. Климентова. Карст хребта Иолго, с. 15—21; А. Н. Климонтов а, Л. С. Не у строев а. Каракокшинские пещеры, с. 22—27; А. М. Климонтов. Типы карста и типы карстовых воронок на территории Бис-Катунского междуречья, с. 33—36; А. Г. Мусин. Физико-географические условия развития карста, с. 37—63; А. Г. Мусин. Значение площадей распространения кар-стующихся пород в развитии карста, с. 132.

Очерки по физической географии Кавказа. Тбилиси, 1975. 487 с.

Из содерж.: Ш. Кипиани. Геоморфологическая характеристика Гагрского известнякового хребта, с. 365—389; 3. К. Тинтилозов. Классификация карстовых полостей Грузии по гидродинамическим зонам, с. 390-397.

Палкин С. В. Типизация месторождений подземных вод Урала по основным источникам формирования их эксплуатационных запасов. — *Тр. /Свердл. горн, ин-т*, 1975, вып. 117, с. 48—52.

Ранов В. А. Работы отряда по изучению каменного века в 1971 г. (раскопки на площадке перед пещерой Огзи-Кичик). — *Археол. работы в Таджикистане*, 1975, вып. 11, с. 5—26.

Ревзон А. Л. Методика анализа материалов аэрофотосъемки для оценки современной активности карстовых и оползневых процессов. — *Геоморфология*, 1975, № 3, с. 36—42.

Региональная география. Л., 1975. 99 с.

Из содерж.: В. Н. Дублянский. Основные результаты спелеологических исследований на Украине за двадцать лет, с. 14—18; В. Д. Фоменко. Карст Таджикистана, с. 45—48; 3. К. Тинтилозов. Спелеологические исследования глубинного карста Грузинской ССР, с. 48—50.

Садов А. В., Сискевич Л. 3. Использование системных моделей представления при аэроландшафтной индикации карста. — В кн.: *Биогеографические основы индикации природных процессов*. М., 1975, с. 64—66.

Смольников Б. М., Иванов Б. П., Мелешин В. П. Результаты первых геолого-карстологических и геофизических исследований на отдельных участках черноморской ветки Северо-Крышского канала. — *Геофизика и астрономия. Информ. бюл.*, 1975, № 14, с. 70—77.

Ступишин А. В., Трофимов А. М., Торсуев Н. П. Принципы количественной оценки влияния карста на территориальное сочетание природных ресурсов. — В кн.: *Геоморфология и палеогеография*. Л., 1975, С. 73—75.

Территориальные системы природы и хозяйства Крыма. Л., 1975.

Из содерж.: В. Н. Дублянский. Режим карстовых вод Горного Крыма (на примере района Красной пещеры), с. 16—26; Б. Н. Иванов. К вопросу о территориальных системах Крымского карста, с. 27—33.

Торсуев Н. П. Интенсивность карстовых процессов на Тиманском кряже. — Вестн. МГУ. География, 1975, № 2, с. 107—109.

Федин В. П. Динамика карстования современных соляных образований Западной Туркмении. — Тр./Упр. геологии Совета Министров ТССР, 1975, вып. 9, с. 68—75.

Хордикайнен М. А. Особенности искусственного восполнения запасов подземных вод в трещиноватых и закарстованных коллекторах. — Водн. ресурсы, 1975, № 2, с. 122—132.

Цыкина Ж. Л., Цыкин Р. А. Методика изучения карста при разведке месторождений карбонатного сырья в Алтае-Саянской области. — В кн.: Геологические поиски и разведка нерудных полезных ископаемых. Л., 1976, вып. 2, с. 99—106.

Чербов Е. Н. Инженерно-геологическая оценка территории г. Щелкова в условиях карбонатного карста. — Инж.-строит. изыскания, 1975, № 4 (40), с. 3—9.

Чикишев А. Г. 6-й Международный спелеологический конгресс. — Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол., 1975, т. 50, № 2, с. 140—141.

Шпаков О. Н., Казарян В. В. Применение геофизических методов для выявления карста. — В кн.: Гидрогеология и инженерная геология Белоруссии. Минск, 1975, с. 209—212.

Эйюбов Ф. Д., Алиев А. А. Вопросы генезиса и классификации карста Азербайджанской ССР. — Изв. АН АзССР. Сер. наук о Земле, 1975, № 3, с. 80—85.

1976 г.

КНИГИ

Боревский Б. В., Хордикайнен М. А., Язвин Л. С. Разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений подземных вод в трещинно-карстовых пластах. М., 1976. 247 с.

Илюхин В. Новофонская пещера. [Путеводитель]. М., 1976, 7 с.

Кучерук А. Д. Карст Подолья. Киев, 1976, 200 с.

Пещеры-Peshcegy (Caves). Сб. статей, вып. 16. Пермь, 1976, 167 с.

Пещеры Грузии. Спелеол. сб. Вып. 6. Тбилиси, 1976. 112 с.

Проблемы экзогенного рельефообразования. Кн. 1. Рельеф ледниковый, криогенный, оловый, карстовый и морских побережий. М., 1976. 430 с.

Тинтилов З. К. Карстовые пещеры Грузии. (Морфологический анализ). Тбилиси, 1976. 275 с.

СТАТЬИ

Бисембаева К. К., Хордикайнен М. А. Роль паводков различной обеспеченности в формировании эксплуатационных запасов трещинно-карстовых вод в условиях их взаимосвязи с поверхностными (на примере Айдосского месторождения в Центральном Казахстане). — Тр./Всесоюз. НИИ гидрогеологии и инж. геологии, 1976, вып. 106, с. 45—58.

Бондаренко В. М., Лумпов Е. Е., Тархов А. Г. Применение микросейсморазведки при изучении карстовых явлений. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 12, с. 110—115.

Вопросы инженерной геодинамики, 1976, № 2.

Из содерж.: М. М. Маматкулов. Литолого-стратиграфическое распределение пещер горной части Узбекистана и прилегающих территорий, с. 88—91; А. Алимов. Некоторые закономерности развития и размещения карста Центрального-Кызылкумского и Нуратдинского районов, с. 92—94; М. А. Хашимов. История развития карста юго-западных отрогов Гиссарского хребта, с. 95—100.

Вопросы охраны природы Горного Алтая. Горно-Алтайск, 1976.

Из содерж.: А. М. Маринин. Некоторые данные о крупнейших карстовых пещерах Алтая, с. 188—191; А. М. Маринин, М. Н. Абишев. Изменение формулы расчета скорости карстовой денудации, с. 191—193; А. Г. Мусин. Своеобразный карстовый участок в верховье реки Каракокши (Горный Алтай), с. 193—195.

Вопросы стратиграфии и палеонтологии. Межвуз. научн. сб. Вып. 2. Саратов, 1976. 160 с.

Из содерж.: В. А. Гаряинов. О значении статьи А. А. Дублянского «Ископаемый карст среди верхнемеловых отложений», с. 57—68; Н. А. Бондаренко, И. П. Мирошников, Ю. П. Сараев. Карстовые явления в маастрихтском мелу Ульяновского Правобережья, с. 69—77.

Гвоздецкий Н. А., Маринин А. М. Зависимость развития карста от состава и дислокации карбонатных пород (на примере района Телецкого озера). — Вестн. МГУ. География, 1976, № 5, с. 106—110.

Гвоздецкий Н. А. Индикация типов карста по аэрофотоснимкам. — В кн.: Ландшафтная индикация природных процессов. М., 1976, с. 21—26.

Гергедава Б. А. О сравнительной роли карстовых пещеро- и формообразовательных факторов. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1976, т. 108, вып. 2, с. 162—164.

Гигинейшвили Г. Н. О высокодебитных карстовых источниках Западной Грузии. — Пробл. гидрогеологии и инж. геологии (АИ ГССР), 1976, 5, с. 238—247.

Гигинейшвили Г. Н. Поверхностный и подземный сток в горных карстовых областях. — В кн.: Тр. IV Всесоюз. гидрол. съезда. Л. 1976, т. 8, с. 181—186.

Гидрогеология и инженерная геология Урала. Межвуз. науч. темат. сб. Вып. 1. Свердловск, 1976. 103 с.

Из содерж.: А. Н. Ильин. Карст и условия строительства в районе г. Каменска-Уральского Свердловской области, с. 90—92; А. Д. Григорьев, Ю. Е. Лобанов, С. И. Голубев и др. Пещера-источник Шумиха, с. 93—96.

Грибанов А. П. Карст на надпойменных террасах среднего Дона. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1976, т. 108, вып. 6, с. 548—550.

Губкин М. П., Тюкин В. В. О карстовых явлениях в нефтегазоносных структурах Среднего Приленья. — Сб. аспирант, работ Казан, унта. Естеств. науки. География, геология. Казань, 1976, с. 68—73.

Губкин М. П. Проявления глубинного карста в пределах Ботуобинской седловины и прилегающих районов. — В кн.: Поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений в Якутской АССР. Якутск 1976 с. 53—57.

XXIII Междунар. геог. конгр., Москва, 1976, Секц. 1. Геоморфология и палеогеография. М., 1976.

Из содерж.: Р. В. Дарко. Коррозия в карбонатных моренах у подножия Юго-Восточных Альп, с. 129—132; П. Фенелоп. Формирование карстового рельефа путем оглинения известняков, с. 136—137; И. Гаме. Химическая эрозия как рельефообразующий климатозональный фактор, с. 141—145.

Дублянский В. Н., Шутов Ю. И. Сезонные особенности развития карста горного Крыма (по гидрохимическим данным). — Докл. АН УССР. Сер. Б. Геол., хим. и биол. науки, 1976, № 1, с. 9—11.

Дудников В. В. Тампонаж карстовых полостей. — Путь и путевое хозяйство, 1976, № 3, с. 34.

Жаров Э. В. Опыт объемного моделирования бокситового месторождения, приуроченного к карсту. — Сов. геология, 1976, № 3, с. 114—122.

Замараев С. М., Рязанов Г. В. Карст. — В кн.: Структура и история развития Предбайкальского предгорного прогиба. М., 1976, с. 105—110.

Зверев В. П., Зверева В. А. Физико-химические закономерности развития карста и его интенсивность на территории СССР. — В кн.: Кора выветривания. М., 1976, вып. 15, с. 195—200.

Землеведение. Сб. Моск. о-ва испытателей природы. 1976, т. 11 (51). 239 с.

Из содерж.: В. Б. Михно. Меловой карст юга Черноземного центра и некоторые вопросы практики, с. 151—159; Н. А. Гвоздецкий, А. М. Маринин. Карст Алтая, с. 163—180; В. Б. Михно. Ландшафтно-индикационный метод определения генезиса карстовых воронок Среднерусской возвышенности, с. 208—210; А. Л. Ревзон. Индикационная роль карстовых форм при геоморфологическом дешифрировании, с. 211—214; Ф. Н. Чалидзе. Ландшафтно-генетические ряды карстовых форм в Приангарье, с. 215—219,

Иванов Б. Н. Карст. — В кн.: Современные геологические процессы на Черноморском побережье СССР. М., 1976, с. 127—133.

Килкус К. Некоторые вопросы морфометрии, термики и гидрологии карстовых озер Литвы. — В кн.: Geogr. Lituanica. Сб. статей для XXIII Междунар. геогр. конгр. Вильнюс, 1976, с. 143—150.

Клейнер Ю. М. О карсте Монголии. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1976, т. 108, вып. 6, с. 543—547.

Клейнер Ю. М. О некоторых карстовых формах Монголии. — Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол., 1976, 51, № 3, с. 136.

Коржув С. С. Карст [Сибири и Дальнего Востока]. — В кн.: Проблемы экзогенного рельефообразования. М., 1976, кн. 1, с. 289—350.

Короткевич Г. В. Всесоюзное совещание по карстово-спелеологическим исследованиям. Ленинград, 12—14 февр. 1975 г. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1976, т. 108, № 3, с. 266—268.

Котлов Ф. В., Медведев О. П., Кожевникова В. Н., Киселева З. Т. Антропогенная активизация карстово-суффозионных процессов. — Тр. / Произв. и НИИ по инж. изысканиям в стр-ве, 1976, вып. 43, с. 4—11.

Крейденов Г. П., Казаков Ю. М., Яснов А. Т. О склоновых процессах и карсте в долине р. Оби-Огба. — В кн.: Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии Таджикистана. Душанбе, 1976, с. 40—47.

Лаптева Н. Н., Ступишин А. В. Вопросы типологии, классификации и районирования карста. — В кн.: Проблемы отраслевой и комплексной географии. Казань, 1976, с. 82—97.

Лещиков Ф. Н., Тржцинский Ю. Б. Экзогенные геологические процессы и явления Приангарья. — В кн.: Геолого-геофизические исследования. Науч. информация о результатах работ Ин-та земн. коры и 1971—1975 гг. Иркутск, 1976, с. 93—101.

Ломаев А. А., Свистун В. И. Возраст Воронцовского пещерного комплекса по палеонтологическим данным. — Докл. АН УССР. Сер. Б. Геол., хим. и биол. науки, 1976, № 7, с. 595—600.

Лукашев В. К., Величкевич Ф. Ю. Плейстоценовая флора из карста в районе г. Кричева. — Докл. АН БССР, 1976, 20, № 3, с. 251—253.

Лукин В. С. Геологические факторы сосредоточения карста. — В кн.: Ежегодник 1975 / Ин-т геол. и геохимии Урал. науч. центра АН СССР. Свердловск, 1976, с. 20—22.

Маринин А. М. Пространственная дифференциация и морфология карста Алтая. — В кн.: Вопросы географии горного Алтая. Барнаул, 1976, с. 3—23.

Ниорадзе М. Г. Археологические работы в пещере Сакажиа. — Сообщ. АН ГрузССР, 1976, т. 84, № 1, с. 221—224.

Огильви А. А. Физические свойства заполнителя карстовых полостей. — Вестн. МГУ. Геология, 1976, № 1, с. 114—116.

Парфенов С. И. Карст в доломитах и его особенности. — Тр./ Произв. и НИИ по инж. изысканиям в стр-ве, 1976, вып. 43, с. 28—37.

Проблемы отраслевой и комплексной географии. Казань, 1976. 208 с.

Из содерж.: П. П. Торсуев. Карст, его влияние на природную территориальную систему, методы количественной оценки, с. 98—108; Е. Ф. Станкевич, Н. П. Торсуев. Карстопораженность Тиманского кряжа и некоторые аспекты проблемы возраста карста, с. 109—122.

Саваренский И. А., Калмыков Н. Т. Инженерно-геологическая характеристика карстовых явлений района г. Бирска. — Тр. / Произв. и НИИ по инж. изысканиям в стр-ве, 1976, вып. 43, с. 17—28.

Умурзаков К. Р., Сучков Ю. С., Муракаев Р. С. Поиски трещинно-карстовых вод в палеозойских отложениях методом сопротивлений на примере северного и южного склонов Актау. — В кн.: Вопросы методики и результаты изучения запасов подземных вод, пути управления и охраны. 1976, № 2, с. 48—63.

Хашимов М. А. Глубинный карст юго-западных отрогов Гиссарского хребта. — Сб. аспирант, работ Казан. ун-та. Естеств. науки. География, геология. Казань, 1976, с. 93—96.

Цехановская Н. А. Термокарстовые образования юго-восточного Алтая. — В кн.: Вопросы геоморфологии Алтайского края. Л., 1976, С. 31—34.

Цыкин Р. А. Кора выветривания и карст. — Кора выветривания, 1976, вып. 15, с. 186—194.

Шимановский Л. А. Бассейны трещинно-карстовых вод Пермской области. — Учен. зал. /Перм. ун-т, 1976, № 318, с. 179.

Эйюбов Ф. Д. Районирование карста Азербайджанской ССР. — Изв. АН АзССР. Сер. наук о Земле, 1976, № 6, с. 77—84.

Я хин Ш. З., Ишмуратов Р. Р., Михеева А. С. и др. Исследование пещер второй Кутукской и Зигзага в Башкирии и их подземных вод. — Тр./Свердл. горн, ин-т, 1976, вып. 126, с. 112—115.

1977 г.

КНИГИ

Вопросы общего и регионального карстования. М., 1977. 152 с.

Гидрогеология и карстование. Вып. 8. Карст и пещеры СССР. Пермь, 1977. 134 с.

Горбунова К. А. Карст гипса СССР. Учеб. пособие по спецкурсу. Пермь, 1977. 83 с.

Дублянский В. Н. Карстовые пещеры. М., 1977. 48 с.

Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма (генезис отложения, гидрогеологическое значение). Л., 1977. 182 с.

Дублянский В. Н. Пещеры Крыма. Науч.-попул. очерк. Симферополь, 1977. 128 с.

Кикнадзе Т. З. Потайными тропами подземного царства. Тбилиси, 1977. 189 с — Груз.

СТАТЬИ

Антипова А. С. Особенности развития соляного карста Илецкого месторождения каменной соли. — В кн.: Проблемы соленакопления. Новосибирск, 1977, т. 2, с. 79—83.

Быков В. Н. Ловушки для нефти и газа в карбонатных породах. — Тр./ Ин-т геологии разраб. горючих ископаемых, 1977, № 15, с. 11—15.

Вопросы инженерной геодинамики / Среднеаз. НИИ геологии и минерал, сырья. Ташкент, 1977, № 3. 107 с.

Из содерж.: М. М. Маматкулов, И. И. Атаджанов. Пещеры в обломочных породах Западного Тянь-Шаня, с. 69—76; М. А. Хашимов. Рудный карст в пределах Юго-Западного Гиссара, с. 77—80; К. Р. Архипов. Об условиях и стадиях развития линейного соляного карста Северо-Западной Ферганы на примере Казылджарского месторождения, с. 80—85.

Габечава Д. Ш., Шаоршадзе М. П. Особенности развития карста в карбонатных отложениях Западной Грузии. — В кн.: Проблемы гидрогеологии и инженерной геологии. Тбилиси, 1977, с. 55—60.

Габечава Д. Ш., Девидзе Н. А., Церцвадзе Н. В. Радиоактивность подземных вод как критерий прогноза интенсивности развития карста. — Сов. геология, 1977, № 12, с. 141 — 144.

Габуня Л. К., Тушабрамишвили Д. М., Векуа А. К. О зубе мустьерского человека из цуцхватской пещерной системы (западная Грузия). — Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, 1977, № 47, с. 107—111.

Гвоздецкий Н. А. Наблюдения в карстовых районах Болгарии. — В кн.: Рельеф и ландшафты. М., 1977, с. 54—65.

Геология четвертичного периода. (Плейстоцен). К X Конгр. INQUA, Бирмингем, 1977. Ереван, 1977. 355 с.

Из содерж.: К. И. Карапетян. Условия образования палеолитических лещер ущелья реки Раздан (Армянская ССР), с. 110—117; Л. И. Маруашвили. История Цуцхватского многоэтажного карстового пещерного комплекса (Грузия) и ее значение для познания палеогеографии Колхиды в плейстоцене, с. 118—128; Н. И. Бурчак-Абрамович, Д. В. Церетели. Ископаемые медведи Кавказа, с. 129—138.

Гергедава Б. А. Останцовый (реликтовый тропический) карст в северо-восточном Дагестане. — Геоморфология, 1977, № 1, с. 87—89.

Джишкарини В. М., Калдани Л. А. Пещерная система Турчу-Тоба (Западная Грузия). — Сообщ. АН ГрузССР, 1977, т. 86, № 3, с. 633—636.

Дмитриев В. Е. Льдообразование на пещерных глетчерах. — В кн.: Природа и хозяйство Сибири. Якутск, 1977, с. 19—20.

Дубейковский С. Г., Плотников И. И. Формирование напряженного состояния массива пород при образовании карстовых областей на бокситовых месторождениях Северного Урала. — В кн.: Отражение современных полей напряжения и свойств пород в состоянии скальных массивов. Апатиты, 1977, с. 88—89.

Епифанов А. И., Усольцев Л. Н. Второе совещание по карсту Башкирии, Уфа, 5—7 мая 1976 г. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1977, т. 109, вып. 2, с. 187.

Зверков И. П. Из истории изучения мелового карста Курской области. —

В кн.: Естественные и трудовые ресурсы Курской области. М., 1977. с. 20—30.

Землеведение. Сб. Моск. о-ва испытателей природы. 1977, т. 12/52. 222 с.

Из содерж.: Н. А. Гвоздецкий, А. В. Ступишин, Н. П. Торсуев, А. М. Трофимов. Опыт получения количественной оценки влияния карста на природную территориальную систему, с. 103—105; В. Н. Дублянский, Ю. И. Шутов. Основные проблемы гидрохимии карбонатного карста, с. 108—125; А. Г. Чикишев. Районирование мелового карста Среднерусской возвышенности, с. 126—143; А. Г. Чикишев. Карст Среднего Поволжья, с. 144—166; А. Л. Ревзон. Новые данные о карсте Устюрта, с. 167—172.

Изучение закарстованности месторождений карбонатных пород геофизическими методами /П. В. Вишневский, Л. В. Пинягина, Ф. С. Хабибуллина, В. А. Большое. — Разведоч. геофизика, 1977, вып. 79, с. 130—137.

Иливицкий А. А. Проверка степени прочности породных целиков между смежными карстовыми полостями. — Сб. науч. тр. /Урал, электро-мех. ин-т инж. ж.-д. трансп., 1977, № 56, с. 69—71.

Ильин А. Н., Сафронова А. А.— Тр. /Пропз. и НИИ по инж. изысканиям в стр-ве, 1977, № 47, с. 102.

Исайчев К. И. Позднеплейстоценовые копытные лемминги из отложений пещер Печорского Урала. — В кн.: Геология и палеогеография Северо-Востока Европейской части СССР. Сыктывкар, 1977, с. 81—86.

Казанбиев М. К. Карст целестиновых месторождений. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1977, № 9, с. 134—139.

Карачони Ш., Шеуер Д. Геохимические особенности карстовых вод Карпатского бассейна. — В кн.: Материалы XI Конгр. Карпато-Балкан. геол. ассоциации. Киев, 1977, с. 389.

Карус Е. В., Файзуллин И. С. Возможности применения межскважинного прозвучивания для изучения закарстованных зон. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1977, № 2, с. 77—81.

Килкус К. И. Карст Северной Литвы. 1. Поверхностные и подземные карстовые формы. — Тр. /АН ЛитССР. Сер. Б. Химия, техника, физика, география, 1977, т. 5, (102), с. 139—146.

Кондауров Г. Н., Каякин В. В. Совместная количественная оценка закарстованности и водопроницаемости основания Чарвакского гидроузла. — Инж.-строит. изыскания, 1977, № 4/48, с. 64—75.

Костин П. А. Карст массива Баранаха. — Сев. Кавказ, 1977, № 4, с. 13—28.

Костин П. А. Карст хребта Дженту. — Там же, с. 32—40.

Лещиков Ф. Н., Рогозин А. А. Переформирование побережья Братского водохранилища и его влияние на освоение территории. — Тр. координац. совещаний по гидротехнике, 1977, № 122, с. 176—180.

Лилиенберг Д. А. О тропическом карсте и некоторых палеогеоморфологических реконструкциях. — Геоморфология, 1977, № 1, с. 89—94.

Лозовой С. П. Гляциальные формы карстующегося известнякового массива Пшеха-Су (горная группа Фишта). — Науч. тр. /Кубан ун-т 1977 № 239, с. 91—97.

Максимович Г. А. Гидрогеологические и геохимические проблемы карстообразования. — В кн.: Геохимическое изучение гиперсферы Минск 1977, с. 47—66.

Маматкулов М. М., Атаджанов И. И. О пещерах мумие некоторых районов Узбекистана. — Узб. геол. журн., 1977, № 1, с. 64—68.

Мусин А. Г. О новой форме карста. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва 1977, т. 109, вып. 1, с. 95—96.

О различиях в закарстованности западных и восточных яйл Крыма. /

В. Н. Дублянский, С. М. Зенгина, Т. И. Кулагина, Л. М. Соцкова. — Докл. АН УССР. Сер. Б. Геол., хим. и биол. науки, 1977, № 8, с. 684—686.

Палеогеографические основы рационального использования природных ресурсов. Ч. I. Общая и отраслевая палеогеография. Тез. докл. Всесоюз. конф., Днепропетровск, 1977. Киев, 1977. 162 с.

Из содерж.: В. Н. Дублянский. Изучение подземных карстовых форм — новое направление в палеогеографии карстовых областей, с. 76—78; А. А. Ломаев. Карстовый процесс и его формы как индикатор палеогеографической обстановки, с. 78—79.

Плотников И. И., Дубейковский С. Г. Закономерности изменения закарстованности в известняках Североуральского карстового массива. — Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол., 1977, т. 52, № 2, с. 118—124.

Природа и хозяйство Грузии. — Тбилиси, 1977. 263 с.

Из содерж.: В. Н. Дублянский, З. К. Тинтилозов, В. И. Еремин, Ю. И. Шутов. Гидрогеологические особенности и происхождение Новоафонской пещеры, с. 40—54; Г. Н. Гигинейшвили. Движение вод и подземный водообмен в горных карстовых областях, с. 114—120.

Разумова В. Н. К вопросу о тектонической природе карстовых отложений никеленосных кор выветривания контактово-карстового типа. — Докл. АН СССР, 1977, т. 235, № 1, с. 159—162.

Сгибнев В. В., Ключникова Г. Н., Лыско Л. С. К вопросу о роли карстообразования при перераспределении микроэлементов в породах (на примере пещеры Агала-Тас-1). — Тр. / Фрунз. политехн. ин-т, 1977, № 98, с. 81—87.

Толмачев В. В., Морозова Г. Н. Новое о карсте междуручья р. Устюбы в руч. Светлого (бассейн реки Катунь). — В кн.: 250 лет горного производства на Алтае. Тез. докл. конф. Барнаул, 1977, с. 122—124.

Торсуев Н. П., Левин С. А. Современные карстовые морфоскульптурные новообразования на севере Русской равнины. — Изв. Всесоюз. геогр. о-ва, 1977, т. 109, вып. 1 э с. 90—95.

Турсунов Г. Т. Роль тектонических разломов в образовании трещиноватости и закарстованности в карбонатных породах Зирабулакских гор. — В кн.: Вопросы методики и результаты изучения запасов подземных вод, пути управления и охраны. Ташкент, 1977, № 3, с. 70—79.

Шумейко С. И., Олимпиев И. В. Горное молоко из пещер Крыма и Абхазии. — Литология и полезные ископаемые, 1977, № 2, с. 143—147.

Фундаментальная библиотека Пермского университета

СОДЕРЖАНИЕ

Пещеры

Максимович Г. А., Максимович Е. Г. Пещеры и карст коралловых островов	6
Дублянский В. Н. Гидротермокарстовые пещеры юга СССР	16
Демин Л. В. Первая Синегорская пещера	25
Коврижных Е. В., Саенко И. И., Голод В. М. Карстовые лога — вскрытые пещеры Беломорско-Кулойского плато	27
Зимельс Ю. Л. Пещеры Тернопольской области	34
Маматкулов М. М., Атаджанов И. И. Пещера Узбекгидрогеология	39
Русских А. В., Разборов В. В., Иванов А. Д., Кизик А. Н. Пещеры Кировской области	42
Курепин А. Е., Никулин Н. М., Шварц Б. А., Шварц Н. Л. Пещеры Верхнеяломанского карстового участка (Алтай)	45
Бирюков А. Г., Бутырина К. Г. Пещеры Самарской Луки	49
Печеркин А. И., Максимович Н. Г., Болотов Г. Б., Закоптелов В. Е. Пещеры и другие карстовые формы в гипсах и ангидритах на побережье камских водохранилищ	55

Минералогия пещер

Максимович Н. Г., Бельтюкова Н. В. Вторичные минералы карбонатных карстовых пещер	59
Близнаков А. Е., Токмакчиева М. Т. Минералогические особенности и генезис пизолитов Градешницкой пещеры (Северная Болгария)	70
Валуйский С. В., Лобанов Ю. Е. Глиняные образования и лунное молоко пещеры Геологов-II	77

Методика изучения подземных полостей

Толмачев В. В. Балльная оценка степени опасности карстовых полостей	81
Дублянский В. Н., Илюхин В. В., Лобанов Ю. Е. Морфометрические показатели карстовых полостей	85
Тараканов А. И., Мелекесцев И. В. Деформации поверхности над пустотами в лавах Камчатки	95

Археология пещер

Муратов В. М., Фриденберг Э. О. Даховская пещера	100
Татарников В. А. Археологические находки в пещерах Посьетская и Чёртовы Ворота	104

В Институте карстоведения и спелеологии

Георгий Алексеевич Максимович	109
К 15-летию Всесоюзного Института карстоведения и спелеологии	110

Совещание по карсту Средней Азии и горных стран	112
Совещание «Карст Нечерноземья»	113
Деятельность Всесоюзного института карстоведения и спелеологии в 1980 году	114

Новости спелеологии

Международный симпозиум по карстовой гидрологии	116
Европейская региональная конференция по спелеологии	117
VIII Международный спелеологический конгресс	118
К 10-летию Челябинской областной комиссии спелеотуризма	118
Первая конференция по спелеомедицине	119
Исследования лаборатории спелеомедицины	120
Серноводская пещера	121
Пещеры р. Большая Уссурка (Приморье)	123
Новые данные о высокогорном карсте Бзыбского хребта	124
Новые данные о пещере Золушка	125

Справочный отдел

Глубочайшие и длиннейшие пещеры в гипсах	127
Минералогия Калифорнийской пещеры в мраморах	128
Сталактиты в штольне	129
Крупнейшие карстовые и лавовые полости различных стран мира	130

Рецензии

Новая книга о карсте Южной Сибири	134
Книга о пещерах Урала	135
Пещеры Болгарии	135
Новая монография по карсту венгерского карстоведа	136
Некоторые вопросы спелеологии и карста Румынии	136
Изучение пещерных отложений под электронным микроскопом	137

Библиография

Литература по пещерам и карсту	138
--------------------------------	-----

CONTENTS

Maximovich G. A., Maximovich E. G. Coral islands caves and karst	6
Dublyansky V. N. Hydrothermokarst caves of the south of the USSR	16
Demin L. V. The First Sinegorskaya cave	25
Kovrizhnykh E. V., Saenko I. I., Golod V. M. Karst gulleys as outcropped caves of Belomorsko-Kuloyskoe plateau	27
Zimmels Y. L. Ternopolsky region caves	34
Mamatkulov M. M., Atadzhanov I. I. Uzbekhydrogeologia cave	39
Russkikh A. V., Razborov V. V., Ivanov A. D., Kizik A. N. Kirov region caves	42
Kurepin A. E., Nickulin N. M., Shvartz B. A., Shvartz N. L. Caves of Verkhncyalomansk karst area (Altai)	45
Birjukov A. G., Butirina K. G. Samarskaya Luka caves	49
Pechorkin A. I., Maximovich N. G., Bolotov G. B., Zakoptyelov V. E. Caves and other karst forms in gypsum and anhydrite rocks on Kama reservoir shoreline	55

Caves Mineralogy

Maximovich N. G., Beltjukova N. V. Secondary minerals of carbonate karst caves	59
Bliznakov A. E., Tokmakchieva M. T. Mineralogical peculiarities and genesis of pisoliths of Gradeshnitskaya cave (Northern Bulgaria)	70
Valujsky S. V., Lobanov Y. E. Clay forms and mooned milk in the cave Geologist-II	77

Methods of Underground cavities Investigation

Tolmachov V. V. Grading estimation of karst cavities risk appreciation	81
Dublyansky V. N., Iljukhin V. V., Lobanov Y. E. Morphometric indices of karst cavities	85
Tarakanov A. I., Melekestsev I. V. Surface deformations over cavities formed in Kamchatka lavas	95

Archeology of Caves

Muratov V. M., Fridenberg E. O. Dakhovskaya cave	100
Tatarnikov V. A. Archeological findings in caves: Posjetskaya and Chortovy Vorota	104

Current Events of Karstology and Speleology Institute

Georgij Alexeevich Maximovich	109
On the 15th anniversary of All-Union Karstology and Speleology Institute	110
Conference on Middle Asia and Mountainous countries karst	112
Conference «Netchernozjomje Karst»	113

Activities of All-Union Karstology and Speleology Institute in 1980	114
---	-----

News of Speleology

International Symposium on Karst Hydrology	116
European Regional Conference on Speleology	117
The VIII International Speleological Congress	118
To the 10th anniversary of Tcheljabinsk regional commission on speleotourism	118
The First Conference on Speleomedicine	119
Investigations of Laboratory on speleomedicine	120
Sernovodskaya Cave	121
Caves of Bolshaya Ussurka river (Primorye)	123
New data on high-mountainous karst of Bzybsky ridge	124
New data on Zoluchka cave	125

References

The deepest and the longest caves in gypsum	127
Mineralogy of Kalifornia marble cave	128
Stalaktites in the adit	129
The largest karst and lava cavities in different countries of the world	130

Reviews

New book on South Siberia Karst	134
Book on the Urals caves	135
Caves of Bulgaria	135
On new monography by Hungarian karstologist	136
Some problems of Romania Karst and Speleology	136
The Study of cave deposits with electronic microscope	137

Bibliography

Literature on caves and karst	138
-------------------------------	-----