

**В. Н. ДУБЛЯНСКИЙ
А. А. ЛОМАЕВ**

**КАРСТОВЫЕ
ПЕЩЕРЫ
УКРАИНЫ**



В. Н. ДУБЛЯНСКИЙ, А. А. ЛОМАЕВ

КАРСТОВЫЕ ПЕЩЕРЫ УКРАИНЫ

ACADEMY OF SCIENCES
OF THE UKRAINIAN SSR
THE INSTITUTE OF GEOLOGICAL SCIENCES
THE KARST COMMISSION
OF THE SCIENTIFIC COUNCIL
ON THE PROBLEM "HYDROGEOLOGY
AND ENGINEERING GEOLOGY"

**V. N. DUBLYANSKY,
A. A. LOMAEV**

KARST CAVES OF THE UKRAINE

KIEV
NAUKOVA DUMKA PUBLISHERS
1980

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
КАРСТОВАЯ КОМИССИЯ НАУЧНОГО СОВЕТА
ПО ПРОБЛЕМЕ «ГИДРОГЕОЛОГИЯ
И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

**В. Н. ДУБЛЯНСКИЙ,
А. А. ЛОМАЕВ**

КАРСТОВЫЕ ПЕЩЕРЫ УКРАИНЫ

КИЕВ
«НАУКОВА ДУМКА»
1980

Карстовые пещеры Украины / Дублянский В. Н., Ломаев А. А.— Киев : Наук. думка, 1980.—180 с

В монографии систематизированы результаты многолетних комплексных спелеологических исследований в карстовых районах Украины. Изложена краткая история изучения карстовых полостей и принципы их классификации. Рассмотрены проблемы карстологического районирования территории УССР и приведено описание более 100 крупнейших и наиболее интересных в научном отношении карстовых полостей. Описаны их микроклиматические условия, отложения, археология, древняя и современная фауна. Рассмотрены некоторые проблемные вопросы геологии, гидрогеологии и геоморфологии, связанные с изучением карстовых полостей.

Предназначена для геологов, гидрогеологов, геоморфологов, спелеологов, работающих в карстовых районах, а также для преподавателей высших учебных заведений.

Ил. 105. Табл. 12. Список лит.: 165—174 с. (312 назв.)

Ответственный редактор

И. Л. Соколовский

Рецензенты

В. Ф. Краев, Ю. И. Шутов

Редакция литературы о Земле

Д 20806-355
М221 (04)-80 260-80 1904060000

© Издательство «Наукова думка», 1980

ПРЕДИСЛОВИЕ

Комплексное развитие народного хозяйства Украинской ССР требует всестороннего изучения и учета местных природных условий и ресурсов. Это относится и к изучению карста, оказывающего значительное влияние на водоснабжение, строительство, эксплуатацию месторождений полезных ископаемых, освоение сельскохозяйственных районов почти на одной трети территории республики.

Карст — это процесс химического и отчасти механического воздействия поверхностных и подземных вод на растворимые проницаемые горные породы (известняки, доломиты, гипсы, ангидриты, каменную и калийную соли). В результате возникают поверхностные и подземные скульптурные, а при выпадении из раствора или обрушении — и аккумулятивные формы [167]. На территории Украины карст развит в докембрийских, силурийских, пермских, юрских, меловых, неогеновых и даже четвертичных отложениях. Особенно много всевозможных карстопоявлений в юрских, меловых и неогеновых известняках, а также в неогеновых гипсах, имеющих большие площади распространения и значительную мощность [104, 110, 156].

Карстовые процессы и возникающие при этом формы оказывают существенное, чаще всего отрицательное, влияние на хозяйственную деятельность человека. Наличие карста осложнило строительство и эксплуатацию Каховской ГЭС, явилось причиной значительных фильтрационных потерь из Чернореченской ветки Северо-Крымского канала, из Дубоссарского водохранилища на р. Днестре, из Новоульяновского водохранилища в Горном Крыму. Деформации промышленных сооружений и жилых зданий происходят в городах Славянске и Карло-Либкнехтовске на Донбассе. В районе станций Ступки, Ямы, Дроновки на линии Москва — Ростов наблюдается деформация железнодорожного полотна. Крупные внезапные водопритоки в горные выработки неоднократно отмечались в Криворожском железорудном бассейне, на Язовском месторождении серы во Львовской области, на угольных, доломитовых и соляных шахтах Донбасса, Закарпатья и Прикарпатья. Реконструкция горных выработок, внедрение современных методов добычи полезных ископаемых (например, гидровруба или горячей выплавки серы), значительное искусственное понижение уровня подземных вод, строительство гидротехнических сооружений, вырубка лесов, распахивание склонов, неумеренный выпас скота иногда приводят к активизации карстовых процессов. Поэтому в районах развития карста необходимо осуществлять особенно продуманные природоохранные мероприятия [104].

Однако не всегда карст выступает как враг человека. Подсчитано, что с карстовыми

коллекторами связано более 60% мировых запасов нефти и 50% газа. В карстовых районах добывают железные руды, цветные металлы (свинец, цинк, медь и др.), бокситы, фосфориты, огнеупорные и красочные глины [167]. Наконец, в глубине массивов карстующихся пород происходит концентрация подземных вод, дающих крупные источники, которые легко использовать для централизованного водоснабжения. В Горном Крыму, например, значительные карстовые источники (расход более 10 л/с) составляют всего 3,7% общего числа источников, но выдают 83% подземного стока [42]. С карстовыми коллекторами часто связаны не только пресные холодные, но и минеральные термальные воды [169].

Одними из наименее изученных проявлений карста в карбонатных, сульфатных и соляных породах Украины до последнего времени оставались подземные карстовые формы — пещеры и шахты. К 1957 г. было известно всего 87 карстовых полостей, расположенных в основном в Горном Крыму. В 1958—1979 гг. на территории 14 карстовых областей республики открыто и исследовано более 900 пещер и шахт (пятая часть всех известных в СССР). На Подоллии в неогеновых отложениях находятся самые крупные гипсовые пещеры мира — Оптимистическая и Озерная. В Крыму в юрских отложениях развиты крупнейшая пещера в СССР в известняках — Красная и самая глубокая шахта европейской части СССР — Солдатская.

Карстовые полости являются наиболее ярким и своеобразным проявлением карста. Развиваясь иногда в течение продолжительного времени, охватывающего несколько геологических эпох, они становятся своеобразным «геологическим архивом», содержащим важные материалы для палеогеографических реконструкций. Изучая карстовые полости, специалист-спелеолог получает возможность без дорогостоящего бурения или горнопроходческих работ проникнуть на сотни метров в глубь горных массивов. Это дает принципиально новую информацию об их геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических особенностях, существенно уточняющую представления, сложившиеся в результате приме-

нения традиционных наземных методов исследования. Изучение пещер имеет большое значение в деле охраны природы, развитии туризма и в некоторых других практических целях.

При исследовании карстовых полостей Украины разработана методика их комплексного изучения, получены новые данные по типологии, генезису, гидрогеологическим и микроклиматическим особенностям, отложениям, ископаемому и современному животному миру. Однако сводных публикаций, дающих цельное представление об особенностях подземного мира Украины, нет. Необходимость подготовки таких обзорных работ по отдельным карстовым регионам СССР неоднократно отмечалась в решениях Всесоюзных совещаний по карсту и спелеологии (г. Ленинград, 1975; г. Сухуми, 1978) и на пленумах Карстовой комиссии АН СССР (г. Пермь, 1976; г. Красноярск, 1977).

При подготовке настоящей работы авторы использовали оригинальные материалы своих исследований, а также многочисленные публикации сотрудников Института минеральных ресурсов Министерства геологии УССР (ИМР) и Комплексной карстовой экспедиции Академии наук УССР (ККЭ) Б. Н. Иванова, Г. А. Бачинского, Я. А. Бириштейна, Ю. А. Баулина, И. Н. Васильева, Л. П. Задорожной, С. М. Зенгиной, С. И. Левушкина, Ю. А. Полканова, Б. М. Смольникова, Ю. И. Шутова. В написании главы «Микроклимат карстовых полостей» принимала участие Л. М. Соцкова. Большую помощь в разведке и изучении пещер оказали энтузиасты-спелеологи В. В. Илюхин (г. Москва), Г. С. Пантюхин (г. Симферополь), М. П. Савчин (г. Львов), В. А. Радзиевский и Ю. Л. Зиммельс (г. Тернополь), В. П. Коржик (г. Черновцы), А. Б. Климчук и В. Я. Рогожников (г. Киев), Н. Н. Хоменко (г. Минск), члены Киевской лаборатории спелеологических исследований и спелеологических секций Симферополя, Ялты, Севастополя, Феодосии, Тернополя, Львова, Черновца, Киева и других городов страны. Авторы весьма признательны И. Л. Соколовскому, В. Ф. Краеву и Ю. И. Шутову за ценные замечания и предложения при подготовке настоящей книги.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ УКРАИНЫ

Изучение карстовых полостей в дореволюционный период. Первое литературное упоминание о пещерах Крыма относится к началу нашей эры. Овидий Назон в поэме «Цейкс и Гальциона» писал: «Есть в стороне киммериян пустая гора с каменной мрачной пещерой; издавна там Сон обитает ленивый» (цит. по: Жуковский В. А. Сочинения. М., 1954, с. 241). Послы Ивана Грозного, посетив Закарпатье в 1558 г., описывают естественный карстовый мост в Карпатах: «...близке ж монастыря есть камень велик, как дуга, и есть на перестрел и подход под него как подгородовые врата» [260, с. 22]. Первое упоминание о пещерах в гипсах Подолии содержится в «Натуральной истории королевства Польского» [309].

Изучение карста Украины было начато в XVIII в. Дореволюционный период подразделяется для Горного Крыма на два, для западных областей Украины на три этапа.

Первый этап исследований (1872—1908) характеризуется работами, посвященными описанию отдельных карстовых полостей. Так, К. Габлицль приводит первое описание шахты Большой Бузлук на Карабийском массиве: «самородного ледника — величайшей ямы, в которой весь год лед не исходит» [29, с. 30]. П. С. Паллас в описании путешествия по Крыму указывает, что «многолетний снег в естественных колодцах и шахтах питает скрытые источники» [197, с. 46]. П. Сумароков кратко описывает привходовую часть пещеры Кизил-Коба [237]. В. М. Севергин приводит данные о пещерах-ледниках на Караби и о «Бездонном колодце» на горе Агармыш [227]. П. Кеппен впервые описывает Туакскую пещеру на Караби. Завершает он свою заметку словами: «...пещеры крымские вообще не исследованы. Может быть и в сей отечественной стране, во мраке неизвестных еще подземелий, кроются редкости, достопримечательнее тех, которые находят в пещерах чужестранных...» [120, с. 235]. Дюбуа де Монпери принадлежит первое научное описание геологических условий пещеры Кизил-Коба [292]. Он наметил область ее питания и привел глазомерный план верхнего этажа (рис. 1, а). Это был первый план пещеры на территории Украины.

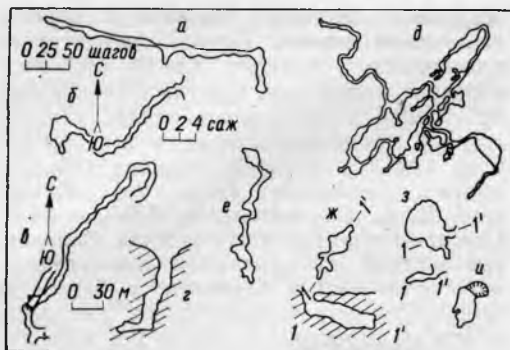


Рис. 1. Первые планы и разрезы карстовых пещер Украины:

а — Иель [292]; б — Бинбаш [66]; в — Харанлых [202]; г — Паско-Саван [139]; д — Кристальная [303]; е — Эмине-Баир-Коба [24]; ж — Эмине-Баир-Хосар [24]; з — Карани [217]; и — Артуч [152]

Вторая половина XIX в. знаменуется расширением геологических и гидрогеологических исследований. Г. Д. Романовский, А. Штукенберг, А. А. Иностранцев, Н. П. Барбот де Марии, И. Ф. Леваковский приходят к выводам о синклинальном строении Крымских гор, их различной закарстованности, связях источников с карстовыми пещерами, в которых в виде снега, льда и подземных озер накапливаются значительные запасы воды [117]. В. В. Марковников описал находки человеческих костей из пещеры Бинбаш-Коба на Чатырдаге [175].

Начало систематическому изучению археологии пещер Крыма положил К. С. Мерещковский [178]. В. Х. Кондараки [129] опубликовал многотомный труд, в котором содержатся многочисленные, но не всегда достоверные сведения о пещерах и шахтах Крыма.

В 1887 г. Ю. А. Листов разработал первую в России программу комплексного изучения пещер, состоящую из шести крупных разделов (ореграфия, геология, климат, описание пещер, легенды и сказки, выводы и заключение) [153]. Впервые на Украине Ю. А. Листов провел гидротермические и аэротермические исследования, установил высотную зональность карстовых источников [154]. Значительный вклад в изучение гидрогеологии Крыма внес Н. А. Головкинский. Он доказал, что про-

явления разломной тектоники могут быть основной причиной перераспределения подземного стока, и попытался рассчитать водный баланс Чатырдагского и Бабуганского массивов [47].

В 90-х гг. XIX в. в Крыму был создан Крымско-Кавказский горный клуб. Члены клуба развинули активные краеведческие изыскания. В. Н. Дмитриев [66] описал пещеры Суук и Бинбаш на Чатырдаге, снял их глазомерные планы (рис. 1, б). А. А. Лебединцев и В. И. Бондарев произвели первый анализ воды из пещеры Суук, положив этим начало гидрохимическому изучению карста Украины [150]. Краткие описания нескольких пещер и шахт приведены в работах Я. Лебединского [149] и А. М. Зайцева [97].

Исследования пещер Подолии на первом этапе в основном проводились попутно с археологическими раскопками. В 30-е гг. XIX в. по инициативе Я. Хмелецкого близ с. Бельче-Золотое были начаты исследования в пещере Вертебе. Их продолжили А. Н. Киркор [300], Г. О. Оссовский [196] и В. Деметрикевич. А. Ломницкий [302] опубликовал схематический план и краткое описание пещеры под г. Тлумачем. К. Гутковский и М. Орлович описали привходовую часть Кристальной пещеры [303].

Сведения о небольших пещерах в известняках Толтровой гряды и Нижнего Приднепровья изредка появлялись в трудах археологических съездов, а также в историко-археологических описаниях отдельных сел и уездов Украины [281].

Второй этап исследований (1909—1918) характеризуется переходом к изучению физико-географических, геологических и гидрогеологических условий карстовых районов Украины (К. К. Фохт, А. А. Борисяк, В. Д. Соколов, Н. И. Цебриков, А. Н. Криштофович, С. Рудницкий и др.).

Изучение пещер Крыма продолжали члены Крымско-Кавказского горного клуба: географы — Н. Соколовский [233], П. Петров [202], биологи — Н. Новиков [190], Н. Д. Лебедев [147], археолог С. Н. Забнин [94]. В публикациях этих исследований приведены краткие описания, планы и разрезы нескольких десятков пещер и шахт (рис. 1, в). В работах И. К. Сикорского [228] и К. Д. Кельтсе-

ра [119] изложены первые сведения о водном режиме карстовых массивов Крыма. Вместе с тем эти исследователи, как и их предшественники, придавали слишком большое значение пещерам-ледникам, полагая, что «в них формируются основные запасы влаги, которым мы обязаны процветанию Южного берега Крыма» [228, с. 129].

В 1913 и 1915 гг. были опубликованы две сводные работы А. А. Крубера о гидрогеологии и карсте Крыма [138, 139]. Исследователь приводит подробные описания и планы 16 пещер, 6 колодцев и 9 шахт Крыма (рис. 1, 2), предлагает их морфологическую классификацию, характеризует условия формирования и сохранения пещерного льда, производит первый для УССР расчет активности карстового процесса на Чатырдагском массиве. Он справедливо считает, что «нельзя строго различать эрозионную и коррозионную деятельность в образовании пещер и шахт» [139, с. 78], но в то же время обращает внимание на значительную коррозионную работу талых снеговых вод в вертикальных колодцах и шахтах. На трудах А. А. Крубера воспитано несколько поколений советских географов и карстоведов, которые восприняли и развили его прогрессивные идеи.

Второй этап в изучении карста Подольи ознаменовался появлением сводной работы С. Рудницкого [223] о морфологии подольской части бассейна Днестра.

Значительно большее количество материалов о геологических и геоморфологических условиях развития карста характеризует третий этап исследований (1919—1944). В. Лозинский, Ю. Полянский, Ю. Чижевский, А. Зглиницкая, Г. Тейс-сейре и А. Малицкий подробно рассматривают условия и факторы развития гипсового карста, описывают отдельные поверхностные и подземные карстовые формы, оценивают влияние карста на природную обстановку. В 1928—1930 гг. Л. Козловский [301] изучает археологию ближней части Кристальной пещеры, а В. Нехай [303] проводит в ней геологические и геоморфологические исследования (рис. 1, д).

Таким образом, в досоветский период изучение карстовых полостей Украины проводилось в основном попутно с другими исследованиями. По упоминаниям в

геологической, географической, зоологической и краеведческой литературе, в Крыму и Подольи было известно 43 пещеры, 10 колодцев и 9 шахт. При оценке их гидрогеологического значения большинство исследователей ограничивались общими высказываниями о том, что пещеры и шахты являются аккумуляторами поступающей с поверхности влаги.

Изучение карстовых полостей за годы Советской власти можно подразделить на три этапа. Первый (1919—1944) — характеризуется планомерным исследованием геологических условий развития закарстования и отдельных карстовых форм. Геологию и гидрогеологию Крыма изучали А. С. Моисеев, К. П. Пирогов, С. Н. Михайловский, В. Ф. Пчелинцев, П. М. Васильевский, П. И. Желтов и др. Результаты этих работ обобщены в монографиях В. Ф. Пчелинцева и И. К. Зайцева. В. Ф. Пчелинцев [211] пришел к выводу о циклическом развитии карста в пределах отдельных литологических комплексов (теория петроциклов). Он полагал, что своеобразие морфологии поверхностных и подземных карстовых форм объясняется составом карстующихся пород. И. К. Зайцев [98] утверждал, что степень связанности отдельных обводненных каналов является функцией стадии развития карста. Он предложил четырехчленную схему «карстовой гидрографии» горных массивов, в которой выделены зоны периодической циркуляции, активных запасов воды, сифонной циркуляции и пассивных запасов воды. Данная схема является прообразом схем гидродинамической зональности карстовых вод.

В 1926—1930 гг. были начаты археологические работы в легко доступных пещерах и гротах. В этих работах принимали участие не только археологи (Г. А. Бонч-Осмоловский, О. Н. Бадер, С. А. Трусова, П. И. Борисковский), но и геологи (М. В. Муратов, Н. И. Николаев), а также зоологи (В. И. Громов, П. К. Верещагин, Б. С. Виноградов, В. Д. Лебедев и др.). В результате исследований были реконструированы палеогеографические условия Горного Крыма в палеолите, мезолите и неолите, дан геологический очерк условий образования ряда пещер, предложена оригинальная схема возрастной и высотной корреляции пещер и речных тер-

рас [184]. В 1936—1940 гг. начались биоспелеологические работы [21].

Изучение карстовых полостей на этом этапе также проводилось попутно с другими исследованиями. В краеведческих заметках Н. Биндемана [19], Н. Д. Лебедева [148], А. У. Мамина [174] содержатся краткие описания нескольких пещер Чатырдагского и Карабийского массивов. Сведения о небольших пещерах Айпетринского массива приведены в гидрогеологических обзорах С. Н. Михайловского и В. Ф. Пчелинцева [182].

В 1928 г. А. Ф. Слудский и А. И. Спасо-Кукоцкий обследовали «Бездонный колодец» на горе Агармыш [230]. Он оказался неглубоким (41,5 м). В летний период в его нижней части накапливается углекислый газ. Самыми интересными в спелеологическом отношении были работы П. М. Васильевского и П. И. Желтова на горе Чатырдаг [24]. Впервые с гидрогеологическими целями было обследовано 18 шахт и пещер, составлены их планы, разрезы и достаточно полные описания (рис. 1, е, ж).

Второй этап (1945—1957) характеризуется детальными геолого-структурными, гидрогеологическими и геоморфологическими исследованиями карстовых районов Украины. Результаты этих работ изложены в публикациях М. В. Муратова, О. С. Вялова, Б. П. Жижченко, В. П. Казаковой, Л. Н. Кудрина, И. К. Королюк, В. Г. Бондарчука, И. Д. Гофштейна, П. К. Замория, С. И. Субботина, К. И. Геренчука, П. М. Цыся и др.

В 1948—1952 гг. при Киевском университете им. Т. Г. Шевченко работала лаборатория спелеологии, сотрудники которой изучали карст Украины (Приднестровье, Донбасс, Крым) и Кавказа [50, 51, 278]. К сожалению, многие материалы этих исследований не были опубликованы.

В 1952 г. в Крымском филиале АН СССР был организован отдел карстоведения и спелеологии. Н. В. Леончева [152] произвела маршрутное обследование Айпетринского и Чатырдагского массивов и описала семь легко доступных пещер (рис. 1, и).

Т. И. Устинова и Л. Г. Резникова выполнили годичный цикл микроклиматических наблюдений в пяти пещерах Карабийского массива и установили, что коли-

чество конденсационной влаги, формирующейся в пещерах неглубокого заложения, сравнительно невелико. Кроме того, ими было описано несколько пещер [217, 253]. В эти же годы опубликовано несколько краеведческих заметок о пещерах Крыма [93, 174].

Вопросам изучения карста Подольско-Буковинской карстовой области посвящена обзорная работа Б. Н. Иванова [103], в которой устанавливается связь стадий формирования рельефа карстующегося массива с этапами его геолого-структурного и палеогеографического развития, разрабатывается типология равнинного карстового рельефа, намечаются принципы районирования карста западных областей Украины.

А. Д. Кучерук подготовил обзор [142] по ранее изданным работам польских географов и краеведов, в котором упоминаются пещеры Локитки, Вертеба, Королевская, Кривченская. П. Д. Тихтилов описал пещеру Вертебу [248]. Как и работа А. Д. Кучерука, эта заметка компилятивна и содержит ряд ошибочных данных.

Сведений о карстовых полостях Карпатской карстовой области в опубликованной литературе нет, хотя геологи, проводившие исследование на Угольском участке зоны Утесов, знали об их существовании (устные сообщения В. И. Славина и И. Д. Гофштейна).

К концу 1957 г. на Украине было известно 87 карстовых полостей общей длиной 15 250 м и суммарной глубиной 970 м. Изучены они были неполно и неравномерно. Для 26 полостей имелись только схематические планы, для 25 — разрезы. Планы и разрезы, дающие некоторое представление о морфологии полости, были построены всего лишь для 19 пещер и шахт. Графические материалы не содержали сведений об условиях залегания горных пород и были составлены в разных масштабах и единицах измерений (аршины, футы, сажени, метры).

Таким образом, кроме поиска и изучения новых карстовых полостей существовала задача пересъемки и переописания всех уже известных пещер и шахт Украины.

В 1958 г. в г. Москве на Всесоюзном совещании по изучению карста И. В. Попов отметил большие успехи советского

карстоведения после Пермского совещания 1947 г. Однако он указал, что «роль спелеологического направления в исследованиях карста была незначительной, а участие спортивной молодежи в этих работах — минимальным» [208, с. 27]. Задачи изучения карста Украины четко сформулировал Б. Н. Иванов [102]. Большинство выдвинутых на совещании научных, методических и организационных проблем изучения карста было успешно решено коллективом украинских карстологов в последующее двадцатилетие.

Третий этап (1958—1979) характеризуется комплексным исследованием карста Крыма, Карпат и Подолии. Изучение геологии и гидрогеологии карстовых районов продолжают И. В. Архипов, В. И. Бабака, И. Д. Гофштейн, И. Г. Глухов, Л. Н. Кудрин, М. В. Муратов, В. Ф. Пчелинцев, В. И. Славин, М. В. Чуринов и др. Результатом этих исследований явились сводные работы [38, 39, 41, 42, 218—220]. В отмеченных трудах, а также в многочисленных статьях содержится огромный новый фактический материал по стратиграфии, тектонике, литологии, гидрогеологии и геоморфологии карстовых районов Украины. Все эти данные способствовали правильной оценке условий развития карста республики, хотя современные представления о характере поверхностного и подземного закарстования учтены в них далеко не полностью, иногда в дискуссионном плане.

Расширение комплексных исследований подземного и поверхностного карста Украины было невозможно без решения ряда организационных, тактико-технических и методических проблем.

Изучение карста Украины производил Институт минеральных ресурсов АН УССР, который с 1963 г. перешел в подчинение Министерства геологии УССР (ИМР). В 1958 г. была создана Комплексная карстовая экспедиция АН УССР (ККЭ), объединившая усилия специалистов — геологов, геофизиков, гидрологов, палеозоологов, зоологов и археологов. Исследования карста отдельных районов республики в тесном сотрудничестве с ККЭ и ИМР или самостоятельно проводили сотрудники Московского, Симферопольского, Одесского, Киевского, Львовского, Черновицкого, Ужгородского университетов, Института гео-

логических наук и Института геофизики АН УССР, Кременецкого педагогического института, Московского института нефтехимической и газовой промышленности, Ленинградского горного института, геологи некоторых производственных подразделений МГ УССР.

Изучение сложных подземных карстовых полостей невозможно без участия спортсменов-спелеологов. В 1958—1962 гг. сотрудники ККЭ были инициаторами создания Всесоюзной организации исследователей пещер. Активное участие в открытии, первопрохождении и исследовании ряда крупнейших пещер и шахт Украины приняли спортсмены Центральной секции спелеотуризма (г. Москва), Республиканской секции спелеотуризма (г. Киев), Симферопольской, Ялтинской, Севастопольской, Феодосийской, Киевской, Львовской, Тернопольской, Харьковской, Одесской, Черновицкой и других областных секций спелеотуризма. Благодаря прочным контактам научных работников со спортсменами, появилась возможность комплектовать постоянные и временные коллективы, способные решать любые тактико-технические и научные задачи.

Большинство карстовых полостей Украины — это совершенно новые неизвестные географические объекты. Для их открытия, прохождения и изучения необходимы не только большие коллективы (иногда до 50—100 человек), но и знание определенных технических приемов, умение тактически грамотно организовать исследования карстового района или конкретной карстовой полости. Сотрудники ККЭ разработали ряд инструкций по технике безопасности [118], совместно с руководством Центральной секции спелеотуризма созданы первые в стране учебные пособия по технике и тактике проведения спелеологических исследований [7, 78, 116], рекомендации для учебных занятий по спелеотуризму [144].

В ходе спелеологических исследований 1958—1979 гг. на Украине изучено и открыто более 900 карстовых полостей. Из них крупнейшие в мире пещеры в гипсах Подолии — Оптимистическая (142,5 км), Озерная (104,5 км), Золушка (40 км), Кристальная (22 км), Млынки (15,1 км), крупнейшая в СССР пещера в известняках Крыма — Красная (13,1 км), четвер-

тая в СССР по глубине шахта в Крыму — Солдатская (500 м). Для спелеологических исследований и учебных спелеотуристских мероприятий, проводимых на Украине, характерны массовость и безаварийность. Чтобы обеспечить высокую информативность комплексного изучения сложных карстовых полостей, проводимого с участием спортсменов, необходимо иметь ряд частных (для различных специалистов) и общих (для изучения конкретных объектов) методик. К 1957 г. таких методик, кроме нескольких устаревших, предложенных в работах Ю. А. Листова [153], И. К. Зайцева [98] и Н. И. Николаева [188], не было. Сотрудники ККЭ разработали все необходимые методические рекомендации. Эти вопросы достаточно полно освещены в работах В. Н. Головцына и др. [48], В. Н. Дублянского и Б. М. Смольникова [87], В. Н. Дублянского [80], а также в многочисленных публикациях Г. А. Бачинского, И. Н. Васильева, О. И. Домбровского, В. Н. Дублянского, Л. П. Задорожной, С. М. Зенгиной, Б. Н. Иванова, Б. М. Смольникова, Ю. И. Шутова.

Для полевого описания карстовых полостей предложена учетная карточка из 65 вопросов [116]. Генеральная картотека карстовых полостей Украины ведется на перфокартах формата К-5 (рис. 2). Разработана первая в СССР методика их использования при спелеологических исследованиях [85]. Методические рекомендации по изучению карстовых полостей, предложенные и апробированные на Украине, в настоящее время используются многими геологическими организациями страны, а также спортсменами-спелеологами. Поэтому опубликование методического руководства по изучению пещер и шахт является одной из главных задач карстологов Украины на ближайшее время.

В 1958—1978 гг. по проблеме карста опубликовано более 400 научных работ. На территории УССР выявлены все площади развития естественного и техногенного карста, построены карстологические карты, разработаны принципы и методы районирования с детализацией до карстовых участков и блоков. Для 14 карстовых областей установлены региональные и типологические особенности поверхностного и подземного закарстования, разработана теория стадийного развития карста, опре-

деляемого знаком и длительностью неотектонических движений, испытываемых морфоструктурами различных порядков. На основании изучения вещественного состава и трещиноватости пород определены отличия морфогенезиса карста в известняках, доломитах, писчем мелу, мергелях, кварц-карбонатных породах, гипсах, ангидритах, каменной и калийной солях. Установлен различный возраст карстовых образований (от раннепалеозойского до современного). Обнаружено и исследовано по комплексной программе более 900 карстовых полостей. Получены уникальные данные об их типологии, генезисе, гидрогеологических и микроклиматических особенностях, отложениях, ископаемом и современном животном мире. Геоморфологические проблемы карста на различных стадиях его развития разрабатываются в аспектах типологии, генетической морфологии, связи поверхностных и подземных карстовых форм, палеогеоморфологии и палеогеографии. Широко применяются морфометрические методы оценки как фонового рельефа (основы карстопроявлений), так и карстовых форм. Разрабатываются конкретные критерии таких оценок — от ландшафтных исследований областей питания карстовых вод до решения вопросов агролесомелиорации и рационального использования природной среды карстовых районов. Проведены гидрологические и гидрогеологические работы по установлению потерь поверхностного стока в разных районах, уточнению схем водохозяйственных расчетов в карстовых районах, определению закономерностей питания, формирования, движения и разгрузки карстовых вод.

Предложены региональные схемы гидродинамической и гидрохимической зональности, определена роль в водном балансе конденсационных вод. Успешно разрабатываются проблемы инженерной карстологии, имеющие большое значение для рационального использования территорий карстовых районов УССР [111].

Таким образом, большинство задач, поставленных Карстовым совещанием 1956 г. (г. Москва) перед карстологами страны, на Украине решено в 1958—1979 гг. Успешному проведению комплексных исследований карста на территории Украины способствовал общий подъем теоретического и регионального карстоведения. В этот пе-

риод были опубликованы капитальные исследования Д. С. Соколова [232], Г. А. Максимовича [167, 169], Н. А. Гвоздецкого [33], методические разработки [179, 180, 262], а также множество различных статей, содержащих важные материалы по методике карстологических исследований. Успешному изучению карста Украины содействовали Карстовая комиссия АН

СССР (1953—1972), Карстовая комиссия Научного совета по инженерной геологии и грунтоведению АН УССР (1973—1979), Всесоюзный институт карстоведения и спелеологии (1964—1979), на заседаниях и в публикациях которых неоднократно обсуждались перспективы и основные научные итоги исследования карста юго-запада и юга европейской части СССР.

РАИОНИРОВАНИЕ КАРСТА УКРАИНЫ

Районирование карста имеет большое научное и практическое значение, так как позволяет оценивать гидрогеологические, инженерно-геологические и поисково-разведочные условия закарстованных территорий и их изменения под влиянием хозяйственной деятельности человека.

Из литературных источников известно несколько мелкомасштабных схем районирования карста Украины как части Русской равнины или СССР. Первую схему районирования карста Русской равнины предложил в 1939 г. М. А. Зубашенко. На Украине он выделил Юго-Западную (Волыно-Подольскую) область, в дальнейшем подразделенную по геолого-морфологическим признакам на несколько районов [100].

В 1947 г. Г. А. Максимович предложил первую схему районирования карста СССР на тектонической основе, которая в дальнейшем была переработана и дополнена [165, 166]. На Украине он выделил: карстовую провинцию Украинской синеклизы, Полесско-Волинскую, Западно-Подольскую и Причерноморскую карстовые области, карстовые районы и участки Украинского щита (в составе карстовой страны Русской докембрийской платформы); Донецкую карстовую область и Тарханкутский карстовый район (в составе карстовой страны палеозойской складчатости); Карпатскую, Верхнетиссенскую, Прикарпатскую и Горно-Крымскую карстовые области (в составе карстовой страны кайнозойской складчатости).

В 1963 г. схему районирования карста европейской части СССР разработал Н. В. Родионов [221]. Он применил двухступенчатую систему таксономических единиц (область, район) и отнес почти всю Русскую равнину к одной карстовой области.

В 1966 г. Н. А. Гвоздецкий и А. Г. Чикишев предложили новую схему районирования карста Русской равнины [35]. В пределах Молдавско-Украинской карстовой области они выделили карстовые провинции юго-западной окраины Русской платформы, Украинского щита и Причерноморской впадины (с шестью округами), а в пределах Украинско-Донской карстовой области — карстовые провинции Днепровско-Донецкой впадины и Донецкого бассейна (с четырьмя округами).

В 1973 г. А. Г. Чикишев произвел спелеологическое районирование СССР [263]. На Украине он выделил три спелеологические страны: Восточно-Европейскую с Днестровско-Причерноморской спелеологической областью и Приднестровской провинцией, Карпатскую с Восточно-Карпатской спелеологической областью и Центрально-Карпатской провинцией и Крымско-Кавказскую с Крымской спелеологической областью и Горно-Крымской провинцией.

Рассмотренные схемы районирования карста слишком мелкокомасштабны и часто искажают представление о его развитии на территории УССР.

В послевоенные годы различными авторами разработаны более крупномасштабные схемы районирования карста Украины (или ее отдельных районов).

В 1956 г. Б. Н. Иванов наметил первые контуры карстовых районов Подольско-Буковинской карстовой области [103]. В 1961 г. он разработал принципы карстологического районирования Горного Крыма [106]. В 1965 г. Б. Н. Иванов опубликовал первый вариант схемы карстовых областей и районов УССР [108]. В 1972 г. дал уточненный вариант карты карстологического районирования Украины в масштабе 1:1 500 000 [110]. На территории УССР Б. Н. Иванов выделил 14 карстовых областей и 52 района. На карте и в легенде к ней охарактеризованы типы и морфология карста, специфика связей поверхностных и подземных форм, особенности обводненности и интенсивность закарстования, проявления естественно-исторического и техногенного карста.

В 1969 г. А. Г. Чикишев предложил предварительную схему районирования карста Подолии [261]. В пределах Подольского карстового округа по физико-географическому признаку он выделял 10 районов.

В 1970 г. А. А. Ломаев опубликовал карты распространения карстующихся пород на территории Волыно-Подолии и в целом по УССР, выделил по геоструктурному положению, литолого-стратиграфическим особенностям разреза и характеру карста девять карстовых областей [155, 156]. В 1972 г. он изложил принципы районирования карста [157], а в 1979 г. подробно описал геологические условия районов Волыно-Подолии [158].

В 1970 г. Б. А. Корженевский опубли-

ковал схему районирования карста Украины [131]. Она полностью компилятивна и не имеет ссылок на опубликованные работы предыдущих исследователей.

В 1976 г. А. Д. Кучерук, характеризуя инженерно-геологические условия Подолии, описал шесть карстовых районов с девятью микрорайонами [143].

Как следует из приведенного обзора, предложенные схемы районирования карста Украины пока далеки от совершенства. В них не выдержан единый принцип выделения и наименования таксономических единиц разных рангов, они не характеризуют в одинаковой степени структурный тип территории, характер и масштабы неотектонических движений, возраст и литологию пород, физико-географическую обстановку, типы карста и его современные проявления [157]. Отличия в контурах отдельных карстовых областей и районов часто объясняются не разной степенью изученности территории и масштабами исследований, а отсутствием четких критериев их проведения. В одних случаях граница района проводится по долинам рек, разделяющих горные массивы, или по выходам карстующихся пород (Горно-Крымская область), в других — по наличию карстующихся пород в геологическом разрезе под довольно мощной толщей неогеновых и антропогенных некарстующихся отложений (Причерноморская область). Этот принцип также последовательно не выдерживается. Например, в пределах Причерноморской области не выделен Черноморский район, хотя понтические, мезотические и сарматские известняки распространены здесь не меньше, чем в Нижне-Приднестровском районе [108, 110]. Наконец, карстологическое районирование часто проводится в отрыве от достаточно хорошо разработанных схем гидрогеологического и инженерно-геологического районирования территории Украины.

Несмотря на отмеченные недоработки, по мнению авторов, наиболее перспективной и соответствующей современному уровню знаний является схема районирования карста УССР, предложенная Б. Н. Ивановым. В эту схему внесены некоторые изменения, вытекающие из результатов новейших исследований тектоники, геологии и гидрогеологии Украины, а также изучения карста отдельных районов [158]. Измене-

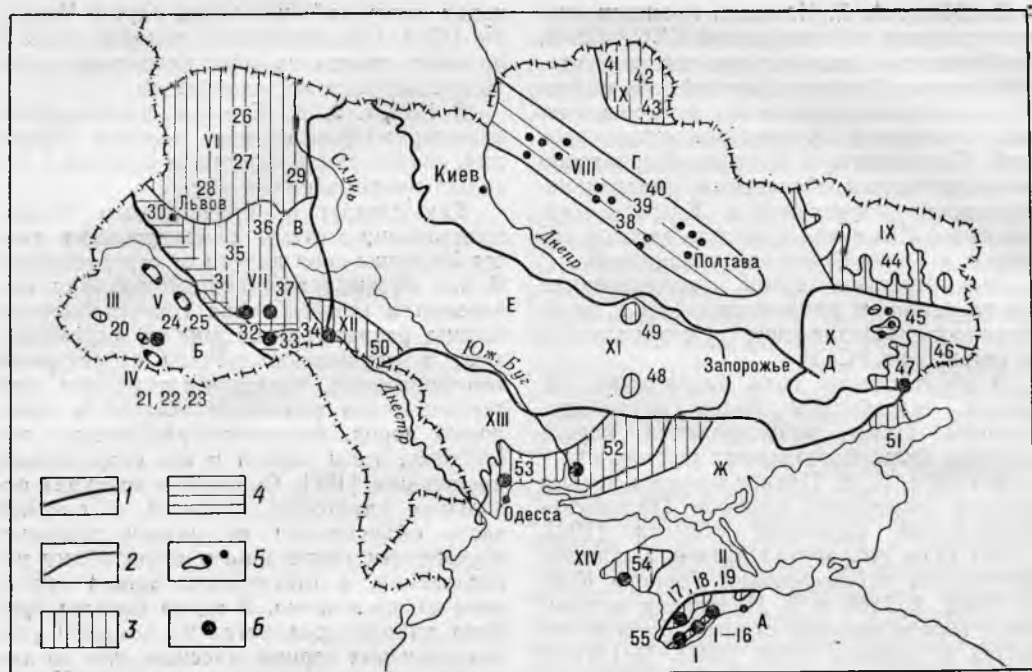


Рис. 3. Схема размещения карстовых областей и районов Украины (по Б. Н. Иванову [108], дополнено авторами).

Г р а н и ц ы: 1 — инженерно-геологических регионов; 2 — карстовых областей. Литологические типы карста: 3 — карбонатный; 4 — сульфатный; 5 — соляной; 6 — районы развития наиболее крупных пещер и шахт. Инженерно-геологические регионы: А — Крымское горное складчатое сооружение; Б — Карпатское горное складчатое сооружение; В — Волинно-Подольская плита с Галицко-Волинской впадиной; Г — Днепровско-Донецкая впадина; Д — Донецкое складчатое сооружение; Е — Украинский щит; Ж — Причерноморская впадина. Карстовые области (римские цифры на схеме): I — Горно-Крымская; II — Предгорно-Крымская; III — Карпатская; IV — Закарпатская; V — Прикарпатская; VI — Западно-Полесская; VII — Подольско-Буковинская; VIII — Днепровско-Донецкая; IX — Северо-Восточная; X — Донбасская; XI — Криворожско-Кременчугская; XII — Восточно-Подольская; XIII — Причерноморско-Азовская; XIV — Равнинно-Крымская; Карстовые районы (арабские цифры на схеме): 1 — Нижнесухорецкий; 2 — Варнутский; 3 — Байдарский; 4 — Приморский; 5 — Западный Айпетринский; 6 — Центральный Айпетринский; 7 — Восточный Айпетринский; 8 — Ялтинский; 9 — Никитский; 10 — Бабуганский; 11 — Чатырдагский; 12 — Демерджиинский; 13 — Долгоруковский; 14 — Карабийский; 15 — Восточно-Крымский; 16 — Агармышский; 17 — Бахчисарайский; 18 — Белогорский; 19 — Предгорный; 20 — Утесовый; 21 — Новоселицкий; 22 — Тереблинский; 23 — Солотвинский; 24 — Стебникский; 25 — Калущский; 26 — Ковельский; 27 — Луцко-Ровенский; 28 — Малополесский; 29 — Острог-Сарненский; 30 — Гологоро-Розточенский; 31 — Приднестровский; 32 — Покутский; 33 — Буковинский; 34 — Мамалыжский; 35 — Бережанский; 36 — Кременецкий; 37 — Толтровый; 38 — Юго-Восточный; 39 — Центральный; 40 — Северо-Восточный; 41 — Сновский; 42 — Деснянский; 43 — Сеймский; 44 — Северо-Донецкий; 45 — Северо-Западный; 46 — Юго-Восточный; 47 — Южный; 48 — Криворожский; 49 — Кременчугский; 50 — Надднепрянский; 51 — Приазовский; 52 — Нижнеприднепровский; 53 — Черноморский; 54 — Тарханкутско-Новоселовский; 55 — Севастопольский

ны названия некоторых районов, в основном в целях соблюдения географического принципа, используемого Б. Н. Ивановым. Схема приведена в соответствии с картой инженерно-геологического районирования УССР, на которой по геоструктурным признакам выделено семь крупных регионов, отличающихся своеобразной тектоникой, историей геологического развития, сочетанием определенных типов формаций гор-

ных пород и условиями их распространения, характером связанных с этими породами подземных вод [41]. В пределах каждого региона расположены одна или несколько карстовых областей. При их характеристике используются понятия о литологических (карбонатный, сульфатный, соляной) и морфогенетических (покрытый, задернованный, обнаженный) типах карста [34].

Таблица 1. Подземный карст различных карстовых областей Украины

Карстовая область	Количество рай- онов	Площадь, км²	Тип и количество карстовых полостей				Суммарные размеры полостей			
			КГ	НК	КЭ	Всего	Длина, м	Глубина, м	Площадь, тыс. м²	Объем, тыс. м³
Горно-Крымская	16	1180	39	545	224	808	34 420	14 820	156	1080
Предгорно-Крымская	3	2150	—	—	18	18	1290	30	2	5
Карпатская	1	120	—	—	15	15	670	90	2	5
Закарпатская	3	140	—	—	3	3	40	10	—	—
Прикарпатская	2	240	—	—	—	—	—	—	—	—
Западно-Полес- ская	4	45 000	—	—	—	—	—	—	—	—
Подольско- Буковинская	8	28 000	4	—	55	59	309 543	300	603	1486
Днепровско- Донецкая	3	38 600	—	—	—	—	—	—	—	—
Северо-Восточ- ная	4	19 300	—	—	—	—	—	—	—	—
Донбасская	3	11 200	—	—	6	6	200	10	1	1
Криворожско- Кременчугская	2	900	—	—	4	4	—	—	—	—
Восточно-По- дольская	1	16 200	2	—	3	5	190	60	1	2
Причерномор- ско-Азовская	3	37 700	—	—	12	12	1300	10	2	2
Равнинно-Крым- ская	2	5800	—	—	11	11	510	—	5	32
Всего	55	206 530	45	545	351	941	348 163	15 330	772	2613

Примечание. Тип полости: КГ — коррозионно-гравитационный, НК — нивально-коррозионный, КЭ — коррозионно-эрозийный.

Таким образом, используемая в настоящей работе схема районирования карста территории УССР включает (рис. 3; табл. 1):

А. *Крымское горное складчатое сооружение*. Горно-Крымская карстовая область (I) с 16 карстовыми районами и Предгорно-Крымская карстовая область (II) с тремя районами. Преобладает обнаженный и задернованный карбонатный карст.

Б. *Карпатское горное складчатое сооружение*. Карпатская карстовая область (III) с одним карстовым районом и несколькими участками (обнаженный и задернованный карбонатный карст), Закарпатская карстовая область (IV) с тремя районами (обнаженный и покрытый соляной карст)

и Прикарпатская карстовая область (V) с двумя районами (покрытый соляной карст).

В. *Волыно-Подольскую плиту с Галицко-Волынской впадиной*. Западно-Полеская карстовая область (VI) с четырьмя районами (задернованный, покрытый и обнаженный карбонатный карст) и Подольско-Буковинская карстовая область (VII) с восьмью районами (покрытый, задернованный и обнаженный сульфатный и карбонатный карст).

Г. *Днепровско-Донецкую впадину (авлакоген)*. Днепровско-Донецкая карстовая область (VIII) с тремя районами (покрытый и задернованный соляной карст) и Северо-Восточная карстовая область (IX) с четырьмя районами (покрытый и задернованный карбонатный карст).

Д. Донецкое складчатое сооружение. Донбасская карстовая область (X) с тремя районами (задернованный, обнаженный и покрытый карбонатный, сульфатный и соляной карст).

Е. Украинский щит. Криворожско-Кременчугская карстовая область (XI) с двумя районами (покрытый карбонатный карст) и Восточно-Подольская карстовая область (XII) с одним районом (покрытый и задернованный карбонатный карст).

Ж. Причерноморскую впадину. Причер-

номорско-Азовская карстовая область (XIII) с тремя районами и Равнинно-Крымская карстовая область (XIV) с двумя районами. Преобладает покрытый, задернованный и обнаженный карбонатный карст.

Подземные карстовые формы известны в 10 из 14 карстовых областей и в 34 из 55 карстовых районов. Наиболее богаты карстовыми полостями Горно-Крымская и Подольско-Буковинская карстовые области.

ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

В настоящее время в научной литературе используются различные классификации карстовых полостей.

А. А. Крубер, которого иногда называют отцом русского карстоведения, применял несколько измененную классификационную схему Гассерта — Цвиича [139]. Он выделял такие подземные карстовые формы: колодцеобразные воронки (диаметр менее глубины, глубина небольшая), естественные шахты (диаметр меньше глубины, глубина значительная), вертикальные и горизонтальные пещеры.

Н. Биндеман и Н. Зимин среди подземных полостей выделяли колодцы, горизонтальные, наклонные, вертикальные и сложные пещеры [20].

И. К. Зайцев считал колодцеобразные поноры, поноры-щели и карстовые шахты поверхностными формами [98]. Подземные (или глубинные) формы по положению в пределах выделенных гидродинамических зон он подразделял на вертикальные каналы (зона вертикальной циркуляции), горизонтальные каналы, галереи, пещеры (зона горизонтальной циркуляции) и глубинные пещеры (зона полного насыщения).

Н. И. Николаев [188] рекомендовал при описании подземных форм применять термины: вертикальная (пещера-колодец), наклонная (поноровидная), горизонтальная (тоннелевидная), куполообразная (грот) и сложные полости.

Н. А. Гвоздецкий [32] подразделял глубинные карстовые формы на колодцы, естественные шахты (пропасти) и пещеры. При этом отмечал, что они могут быть трещинного, провального и эрозионного происхождения.

Д. С. Соколов [232] считал колодцы, шахты и пропасти формами, переходными от поверхностных к подземным, а закарстованные трещины, карстовые пещеры, каналы и другие крупные полости подземными формами. Эта классификация была принята как унифицированная для стран-участниц СЭВ [46].

Г. А. Максимович [167] среди подземных полостей выделил колодцы (гл. до 20 м), шахты (гл. более 20 м), пропасти (диаметр несколько десятков метров), вертикальные пещеры, закарстованные трещины, пещеры, каналы и другие средние и большие полости. Параллельно он использовал и генетический подход, выде-

лив коррозионные шахты, образованные в зоне вертикальной нисходящей циркуляции, и провалные полости над пустотами в других гидродинамических зонах.

А. Г. Чикишев [264] подразделил подземные полости на четыре типа и десять классов. В типе горизонтальных пещер (уклон до 15°) он выделил классы коридорных, разветвленных и лабиринтовых полостей; наклонных пещер (уклон от 15 до 60°) — восходящих и нисходящих полостей; вертикальных пещер — каскадных, спиральных и шахтообразных полостей; комплексных пещер — вертикально-горизонтальных и горизонтально-вертикальных полостей.

Г. Н. Панарина [198] разработала комплексную классификацию подземных карстовых форм, в которой учитываются их положение в разных гидродинамических зонах, происхождение, морфологические и морфометрические характеристики. Все карстовые полости разделены на группы, типы и подтипы. В группе «одноэтажные горизонтальные и наклонные пещеры» выделены ниши, мешкообразные, щелевидные, щелевидно-гrotовые, коридорные и коридорно-гrotовые пещеры; в группе «вертикальные пещеры» — трещинные и колодцеобразные полости; группа многоэтажных пещер на типы и подтипы не разделена.

Ж. Л. Цыкина [257] выделяла подземные карстовые полости по положению в разных частях разреза горного массива. Колодцы и шахты она рассматривала как каналы поглощения поверхностного стока, колодцы и шахты с гrotами и галереями на дне — полости верхней части зоны вертикальной нисходящей циркуляции, вертикальные пещеры и каскадные шахты — полости зоны вертикальной циркуляции, этажные и сложные петельчатые пещеры — полости нижней части зоны вертикальной циркуляции и зоны горизонтальной циркуляции.

Ю. С. Ляхницкий [163] предложил весьма сложную систему «геометрической» (по размерам и ориентировке) и морфогенетической классификации, выделив 28 видов «элементарных» полостей.

З. К. Тинтилов [249] выделил три типа и восемь подтипов подземных полостей. Тип вертикальных полостей подразделен на колодцы, шахты и пропасти (под про-

пастью понимается система переходящих друг в друга колодцев и шахт, независимо от диаметра входа); тип горизонтальных и наклонных пещер включает скальные навесы, пещеры-залы (гrotы), пещеры-коридоры, древовидные и лабиринтовые; комбинированные полости на подтипы не разделяются.

Приведенные сведения свидетельствуют о слабой разработке принципов классификации карстовых полостей. Не анализируя всех существующих классификационных схем, отметим их общие недостатки.

1. Неопределенность и неоднозначность используемых терминов. Разные исследователи считают карстовые полости поверхностными [98], переходными [232], подземными [139, 232, 263 и др.] или глубинными [32, 104, 284] формами. Термины *ниша*, *гrot*, *пещера*, *колодец*, *шахта*, *пропасть* и другие применяются в разных районах страны в совершенно различном понимании. Все это отражено в справочной литературе [37, 137]. Приведенный недостаток порождает терминологические трудности, особенно возрастающие при переводе русских терминов на иностранные языки [294]. В отмеченных выше схемах часто используются нераскрытые собирательные понятия: «другие крупные карстовые формы» [232, с. 31], «глубинные пещеры» [98, с. 59], «комплексные», «сложные» полости [249, 263].

2. Использование при выделении групп, типов, подтипов и классов карстовых полостей качественных критериев (крупная, небольшая, значительная) либо применение необоснованных количественных показателей (не ясно, почему наклонные пещеры имеют уклон от 15 до 60°) [263].

3. Смешение принципов выделения одних таксономических единиц. Например, в схеме Г. Н. Панариной [198] выделены подтипы: простой, усложненный, сложный, малый, большой, линейный, коленчатый, разветвляющийся.

4. Противоречия между морфологическим наименованием полости и генетической сутью процесса, в результате которого она образовалась (восходящие пещеры в схеме А. Г. Чикишева [263] обычно образуются свободными нисходящими потоками, а нисходящие пещеры, наоборот, часто сформированы восходящими напорными водами).

5. Построение классификаций в отрыве от теории спелеогенеза (расположение карстовой полости в пределах той или иной гидродинамической зоны не означает, что она именно в ней сформировалась [257, 263]).

При изучении карстовых полостей Украины большое внимание уделялось генетической стороне. Проблема спелеогенеза занимает особое место в теоретической и прикладной спелеологии. От ее решения зависят наши представления об этапах развития поверхностного и подземного карста данной структуры, выводы о гидрогеологии и палеогидрогеологии последней, об особенностях накопления различных отложений, о микроклимате трещинно-карстовых коллекторов. Для решения проблемы спелеогенеза необходимо получить ответы на четыре группы вопросов: где (в пределах какой гидродинамической зоны), каким образом (за счет каких процессов), когда (в масштабе геологического времени) и как (на фоне нисходящих или восходящих тектонических движений) происходило формирование и преобразование данной полости?

Анализ более 500 отечественных и зарубежных работ по проблеме спелеогенеза [80, 81] свидетельствует о том, что до сих пор нет единого мнения о происхождении карстовых полостей различной морфологии. Примерно половина исследователей полагают, что карстовые полости формируются в пределах вадозной зоны (поверхностной и вертикальной циркуляции), фреатической зоны (горизонтальной и сифонной циркуляции), а также в зоне их сочленения (зона сезонных колебаний уровней). Другая половина исследователей отдают предпочтение условиям или вадозной (30%), или фреатической (20%) зон.

Половина карстоведов и спелеологов считают, что карстовые полости возникают при совместном воздействии коррозионных и эрозивных процессов; 20% — отдают предпочтение нивальной конденсационной или биологической коррозии в вадозной зоне либо коррозии смешивания во фреатической зоне; 10% — считают ведущим процессом спелеогенеза эрозию безнапорными (эвразия) или напорными (эфразия, кавитация) подземными потоками; 20% — считают, что карстовые полости возникают вследствие процессов обрушения, отседа-

ния склонов и действия микросейсмических сил.

80% исследователей полагают, что карстовые полости формировались на фоне более или менее устойчивых восходящих тектонических движений в позднем неогене — антропогене. При этом различные авторы считают, что образование пещер происходило в рамках одного (А. Свиннертон, А. Пайпер) или двух (В. Девис, Дж. Бретц, Г. А. Максимович, Л. И. Маруашвили и др.) циклов развития рельефа. 20% исследователей допускают возможность существования значительно более древних полостей, сформированных в доплиоценовое время при более или менее значительных континентальных перерывах. Например, Л. И. Маруашвили [176] полагает, что сухо-галерейная и грото-камерная стадии развития пещер могут длиться десятки миллионов лет.

Приведенные мнения по главнейшим моментам теории спелеогенеза свидетельствуют о невозможности однозначного решения проблемы для всего множества карстовых полостей. Это множество следует подразделить на совокупности, характеризующиеся устойчивыми генетическими, морфологическими, морфометрическими признаками, а затем попытаться для каждой из них найти ответы на поставленные выше вопросы. Одним из путей выделения подобных совокупностей является создание классификации карстовых полостей. Наиболее перспективное решение этой сложной проблемы — разработка морфогенетической классификации, что в одинаковой мере должно удовлетворить представителей географического и геологического направлений изучения карста. Такое решение будет развитием идей А. И. Спиридонова [234] о генетической систематике рельефа и в то же время будет соответствовать современным представлениям о гидрогеологии карстовых районов [169]. Классификации, построенные на этой основе, не только объясняют особенности гидрогеологии, микроклимата, формирования отложений карстовых полостей различного происхождения и морфологического облика, но и позволяют их прогнозировать [80].

Охарактеризуем используемые в настоящей работе термины. Карстовые формы подразделяются на поверхностные (карры, поноры, воронки, просадки, рвы, гроты,

Таблица 2. Характерные особенности карстовых полостей Украины

Генетический класс полости	Локализация		Количество полостей в пределах карстовой области	Размеры	
	геоморфологическая	гидрогеологическая (область, зона)		Длина (глубина), м	Объем, м³
Коррозионно-гравитационный	Прибровочная зона плато и склонов долин; гравитационные отторженцы	Поглощения; аэрации	$n \cdot 10^1$	$n (10^1-10^2)$	$n (10^1-10^3)$
Нивально-коррозионный	Внутренняя зона плато	Поглощения; аэрации	$n (10^1-10^2)$	$n (10^0-10^1)$	$n (10^1-10^2)$
Коррозионно-эрозионный	Современная или древняя эрозионная сеть на плато и склонах	Поглощения; подземного стока и разгрузки; аэрации; сезонного колебания уровней; полного насыщения	$n (10^1-10^2)$	$n (10^1-10^5)$	$n (10^2-10^7)$

Примечание. В графе «Характер и тип отложений» указаны их количества: (—) — мало; (+) — много;

котловины, поля) и подземные * (колодцы, шахты, пещеры). Подземные карстовые полости — это пустоты, доступные для изучения спелеологическими методами при

* В первые годы работы сотрудники Комплексной карстовой экспедиции применяли термин *глубинные карстовые формы* [69, 70, 72, 104, 105, 107, 108].

прямом участии человека. Более мелкие пустоты, возникшие под влиянием карстовых процессов (закарстованные трещины, каверны, поры и др.), в настоящей работе не рассматриваются. Подземные карстовые полости расположены на разных элементах поверхностного макро- и мезорельефа либо вскрыты ими. К подземным карсто-

Условия, благоприятствующие		Типы питания и соотношение между ними, %	Микроклиматическая характеристика	Коэффициент воздухообмена	Состав воздуха, %	Характер и тип отложений
заложению	моделированию					
Наличие крутых тектонических, абразионных, эрозионных и техногенных уступов, в которых возникают силы бортового отпора	Накопление снега, конденсация влаги на протяжении всего года, биогенные процессы, выветривание	Дождевое и снеговое (90), конденсационное (10)	Динамическая система	$n (10^1 - 10^2)$	Соответствует атмосферному	Автохтонные. Обвальные (++)), водно-хемогенные (—), снег (+)
Значительное количество твердых осадков, устойчивые ветры, частое стаивание на протяжении холодного периода	Физическое выветривание, иногда конденсация влаги в теплый период и сток с питающих микро-водосборов	Дождевое и снеговое (100)	Статическая система «холодный мешок»	$n (10^{-1} - 10^0)$	Повышенное содержание CO_2 (до 0,5)	Автохтонные. Остаточные (—), обвальные (—), водно-хемогенные (—), снег (++++), органические (—)
Наличие современного или древнего ледникового питания, водосборов, сложенных некарстующимися породами, транзитных рек	Конденсация влаги в теплый период, колебания уровня подземных вод и сезонные изменения агрессивности	Инфильтрационное (20—35), инфлюационное (50—70), конденсационное (10—15)	Для одно-входовых полостей статическая система «холодный» или «теплый мешок», для остальных динамическая система	$n (10^0 - 10^1)$	Вблизи разломных зон повышенное содержание CO_2 (до 4,5) и CH_4 (до 3,0)	Автохтонные и аллохтонные. Остаточные (+), обвальные (+), водно-механические (++++), водно-хемогенные (++++), кристаллы (—), лед (+), органические (+), антропогенные (+)

(++) — очень много.

вым полостям относятся также крупные пустоты, вскрытые горными выработками и буровыми скважинами.

Подземные карстовые полости отличаются от поверхностных карстовых форм по соотношению их длины (L), ширины (v), и высоты (h) у входа; или глубины (H), ширины (v) и длины (l) у входа. Полости,

у которых $L > v$ и $L > h$, называются пещерами, а при $H > v$ и $H > l$ — колодцами ($H \leq 20$ м) или шахтами ($H > 20$ м). Формы рельефа, у которых $L \leq v$ или $L \leq h$, называются гротами или навесами, а при $H \leq v$ или $H \leq l$ — воронками или карстовыми рвами. Таким образом, термины *пещера*, *колодец*, *шахта* приобретают

конкретное морфометрическое значение. Уточнение генетического и морфологического значения производится путем разделения полостей на классы, типы и подтипы [80].

Термины *карстовая полость, галерея, ход, проход, зал, купол, свод* и другие, используемые при описании карстовых полостей, пока употребляются как термины свободного пользования. По нашему мнению, одной из важнейших задач отечественного карстоведения и спелеологии является генетическая, морфологическая и морфометрическая конкретизация этих понятий.

На основании исследований карстовых полостей Украины, РСФСР, Грузии, Болгарии, Югославии, Чехословакии и Венгрии В. Н. Дублянский [76, 79, 80] разработал их морфогенетическую классификацию. В основу последней положены представления о том, что различные карстовые полости являются полигенетическими, разными по способу формирования и возрасту образования, не связанными в единый генетический ряд.

Принадлежность карстовой полости к тому или иному генетическому классу определяется на основании анализа степени влияния различных экзогенных факторов на формирование полости и ее вторичное моделирование. Выделяются три класса карстовых полостей: коррозионно-гравитационный, нивально-коррозионный и коррозионно-эрозионный (табл. 2). В каждом классе типы и подтипы полостей выделяются по морфологическим признакам, которые в свою очередь обусловлены влиянием геолого-структурных и гидродинамических особенностей данного карстового района.

Полости коррозионно-гравитационного класса представлены трещинными колодцами, шахтами, пещерами глубиной 5—100 м и длиной 10—165 м. Они наследуют трещины отседания и имеют форму клина, направленного острой частью вверх или книзу (рис. 4, б). Их морфологические особенности определяются литолого-текстурными свойствами вмещающих пород. Коррозионно-гравитационные полости чаще всего встречаются в карстовых областях Украины, где развит обнаженный карст. Больше всего их в районах, испытавших неотектонические активные поднятия.

Полости нивально-коррозионного клас-

са представлены колодцами и шахтами, 60% — которых имеют глубину 5—20 м, 30% — 21—40, 10% — глубже 40 м. Большинство полостей лишено поверхностных водосборов и расположено в условиях, включающих активную эрозионную проработку. По морфологическим признакам выделены конусовидный (рис. 12, а), цилиндрический, щелевидный и сложный подтипы. Для полостей первых трех подтипов существует прямая зависимость между площадью входа и глубиной. Полость углубляется до тех пор, пока снег, попадающий в нее зимой, успевает полностью растаять летом. Если этого не происходит, на дне полости накапливается уплотненный офирнованный снег. Таяние свежего снега, лежащего на офирнованном, и концентрация талой воды в какой-то части шахты приводят к зарождению на дне нивально-коррозионных форм сравнительно небольших коррозионно-эрозионных форм. Полости сложного подтипа имеют небольшие входные отверстия и неправильную конфигурацию. Чаще всего они расположены под структурными уступами, где накапливается снег. В их формировании в течение всего года большую роль играет конденсация влаги. Летом она происходит непосредственно на стенках полостей, зимой — на поверхности снега у входа.

Гидрогеологическое значение нивально-коррозионных полостей заключается в том, что через них в глубь массива поступают талые и дождевые воды. Роль этих полостей как накопителей снега, обеспечивающих деятельность источников в верхней части склонов, преувеличена [220]. В Горном Крыму предвесенние запасы воды в снеге и льде на днищах таких полостей могут обеспечить деятельность лишь одного источника с дебитом за теплый период 1,3 л/с. Нивально-коррозионные полости развиты главным образом в Горном Крыму, в районах со среднегорным карстом, находящимся в открытой стадии. В Карпатах их образованию не благоприятствует значительная вертикальная расчлененность рельефа, в других карстовых областях — малые количества выпадающего снега.

Полости коррозионно-эрозионного класса представляют наибольший теоретический и практический интерес. Они локализируются на плато и склонах горных массивов, на склонах речных долин и водораз-

делах. Такие полости часто вскрываются горными выработками и буровыми скважинами. Участки заложения обычно контролируются тектоническими нарушениями разных порядков. Отдельные карстовые полости, в настоящее время отчлененные друг от друга обвальными, водно-механическими и водно-хемогенными отложениями или карстовыми сифонами, после проведения комплексных исследований часто объединяются в карстовые водоносные системы. Поэтому в классе коррозионно-эрозионных полостей выделены три типа: пещеры и шахты-поноры, вскрытые пещеры и пещеры-источники.

Шахты-поноры обычно (90% случаев) располагаются в днищах и на склонах древних карстово-эрозионных долин. В неслоистых известняках они заложены по вертикальным или круто наклонным трещинам, образуют серию соединенных небольшими горизонтальными ходами колодцев (каскадный подтип) (рис. 6, а). В толще чередующихся неслоистых и слоистых известняков протяженность горизонтальных участков увеличивается, а глубина соединяющих их колодцев уменьшается (спиральный подтип) (рис. 10, б). В морфологии шахт-поноров четко запечатлены следы эрозионной проработки напорными, а затем и свободными водными потоками.

Пещеры-поноры располагаются в днищах и на склонах карстово-эрозионных долин на плато (80%) и склонах горных массивов (10%), а также на склонах речных долин (10%). Обычно они наследуют трещиноватость напластования. Нередки случаи заложения по тектоническим трещинам, даже против падения пластов пород. Детали их морфологии зависят от особенностей заложения (по падению или простираанию пластов, вдоль плоскости тектонического нарушения, в толще переслаивания известняков разного состава, в прослое конгломератов или песчаников и др.). Являясь начальными звеньями карстовых водоносных систем, шахты-поноры и пещеры-поноры обычно бедны натечными образованиями.

Вскрытые пещеры представляют собой средние звенья карстовых водоносных систем, расположенные на плато или водоразделах, реже на склонах горных массивов и речных долин. Их горизонтальная

часть — это древний канал подземного стока, располагающийся под древним или современным эрозионным врезом и тяготеющий к определенным группам пещер-поноров, шахт-поноров и пещер-источников. Этот канал вскрыт денудацией, коррозией или эрозией, что позволяет выделить провально-денудационный, провально-коррозионный и провально-эрозионный подтипы полостей. Иногда происходит вскрытие полостей, расположенных на довольно большой глубине от поверхности под толщей некарстующих отложений. Детали морфологии подобных полостей зависят не только от условий заложения, но и от характера вскрытия. Полигенетичность горизонтальной и вертикальной частей определяет их бесконечное морфологическое разнообразие. Начальные и конечные участки горизонтальных ходов вскрытых пещер часто перекрыты глыбовыми или водно-аккумулятивными отложениями. Их взаимосвязь с другими полостями района обычно достаточно надежно устанавливается топографической съемкой, геофизическими, седиментологическими или гидрогеологическими методами [48, 80].

К типу вскрытых пещер относятся также полости, обнаруживаемые горными выработками. К сожалению, подобные полости очень плохо изучены, так как к их исследованиям редко привлекаются карстологи и спелеологи.

Пещеры-источники располагаются на склонах горных массивов, речных долин, а также в основании приморских береговых обрывов. Они представляют собой выводящие каналы современных постоянных и периодических или древних карстовых источников. Их морфологические особенности в значительной мере определяются характером инфильтрационно-инфлюационного или преимущественно инфлюационного питания. Часто они закладываются вдоль прослоев песчаника или конгломератов, переходят из блока в блок вдоль тектонических нарушений. 95% пещер-источников Украины «подвешены» в карбонатных и сульфатных отложениях и не следуют рельефу водоупора. Это свидетельствует о более сложных гидродинамических условиях проработки карстовых водоносных систем, чем принято в гидрогеологической литературе. Ряд пещер-источников Украины характеризует этажность.

Коррозионно-эрозионные полости широко распространены во всех карстовых областях СССР. Они формируются на территориях развития карбонатных, сульфатных и в меньшей степени соляных пород, в условиях обнаженного, задернованного и покрытого карста.

Характерные особенности карстовых полостей различных классов, их распространенность на территории республики приведены в табл. 1, 2.

Предложенная морфогенетическая классификация была разработана применительно к условиям Горного Крыма

[76]. Опыт использования ее в других карстовых районах Советского Союза и некоторых классических карстовых районах Западной Европы (Татры, Динариды, Стара-Планина, Родопы) показал ее универсальность. Вместе с тем в последние годы появился ряд новых фактов и теоретических разработок, свидетельствующих о необходимости вновь вернуться к этой проблеме. Очевидно, следует разработать региональные классификационные схемы, а затем попытаться унифицировать их для условий платформенного и геосинклинального карста СССР.

ХАРАКТЕРИСТИКА КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ УКРАИНЫ

Горно-Крымская карстовая область расположена на территории Крымской административной области УССР. Общая площадь Горно-Крымской карстовой области около 1200 км², в том числе зон плато 342 км². Для карстовой области в целом характерен карбонатный среднегорный тип карста. В ней выделено 16 карстовых районов. В Приморском, Западном Айпетринском, Центральном Айпетринском, Восточном Айпетринском, Ялтинском, Никитском, Бабуганском, Чатырдагском, Демерджинском, Долгоруковском, Карабийском, Восточно-Крымском и Агармышском районах развит преимущественно обнаженный и задернованный карст. Горные щебнисто-суглинистые почвы небольшой мощности не препятствуют развитию поверхностных карстовых форм и инфильтрационно-инфлюационному поглощению поверхностных вод. В Байдарском, Варнутском и Нижнесухореченском районах развит в основном покрытый карст. Некарстующиеся отложения нижнего мела, выполняющие тектонические депрессии, исключают возможность образования поверхностных карстовых форм на значительной площади. Подземное закарстование поддерживается за счет притока трещинно-карстовых вод из периферийных областей питания.

В Горном Крыму карстующиеся известняки в основном верхнеюрские (оксфорд-кимериджские, титонские) и в меньшей мере нижнемеловые (валанжинские) представлены более чем 20 литологическими разновидностями [266]. Для карстологического анализа удобнее пользоваться не литологической, а текстурной классификацией. Л. П. Задорожная доказала, что между текстурными особенностями, структурой, генетическими признаками, химическим составом и инженерно-геологическими свойствами известняков существует достаточно тесная связь [95]. Неслоистые известняки характеризуются наибольшим содержанием CaCO_3 (97—98%); толсто- и среднеслоистые (толщина слоев соответственно 2,0—0,5, 0,5—0,3 м) содержат 95—96% CaCO_3 ; тонкоплитчатые и листоватые (толщина слоев 0,3—0,1 и менее 0,1 м) — 85—94% CaCO_3 . При равном со-

держании CaCO_3 лучше карстуются известняки, содержащие нерастворимый остаток песчано-алевритового, хуже — глинистого состава. Тонкодисперсная составляющая нерастворимого остатка представлена в основном гидрослюдистыми минералами типа иллита с небольшой примесью монтмориллонита. Геотехнические свойства карбонатных пород Горного Крыма изучены недостаточно, в основном в зоне Ялтинского гидротоннеля [128] и у Красной пещеры. Неслоистые и толстослоистые известняки обладают наиболее благоприятными механическими и водно-физическими свойствами (средняя плотность $2,69 \text{ г/см}^3$, предел прочности на сжатие при естественной влажности 930 кг/см^2 , естественная влажность $0,29\%$, пористость $1,79\%$). Среднеплитовые, тонкоплитчатые и особенно листоватые известняки характеризуются менее благоприятными механическими и водно-физическими свойствами (соответственно $2,67\text{—}2,64 \text{ г/см}^3$, $831\text{—}720 \text{ кг/см}^2$, $0,41\text{—}0,80\%$, $2,51\text{—}3,84\%$).

Различные тектурные разновидности известняков чередуются в разрезе и быстро сменяются по простиранию. Общая мощность известняков изменяется от $100\text{—}200$ (Приморский и Западный Айпетринский районы) до $1000\text{—}1300 \text{ м}$ (Бабуганский и Ялтинский районы). Водоупорный цоколь (аргиллиты, алевролиты и песчаники таврической серии, на западе — средней юры) обычно приподнят выше уровня моря, что определяет длительное развитие закарстования в условиях активного водообмена. В пределах Байдарской, Варнутской, Молбайской тектонических депрессий и на крайнем западе Горного Крыма известняки залегают ниже уровня моря, что определяет различные условия развития закарстования.

Открытая пористость верхнеюрских известняков невелика (до $1\text{—}3\%$ в неслоистых и до $2,5\text{—}5,0\%$ в слоистых известняках). Поэтому водопроницаемость известняков определяется в основном их тектонической трещиноватостью. Ориентировка трещин в плане часто обусловлена ориентировкой крупных сбросов. Преобладают взаимосвязанные системы трещин с простиранием $300\text{—}310$ и $40\text{—}50$, $0\text{—}10$ и $80\text{—}90^\circ$. Детальные исследования тектонической трещиноватости Ялтинского и Байдарского карстовых районов показали, что

в неслоистых известняках главная серия трещин проявляется в виде узких, а в слоистых — в виде более широких и расправленных ликов [23, 128]. В скальных породах преобладают вертикальные и круто наклонные, в полускальных — более полого падающие трещины. Количество открытых трещин на 1 пог. м (модуль трещиноватости) резко возрастает в приразломных зонах, причем максимумы соответствуют опущенным блокам. С этими зонами, расположенными в $10\text{—}100 \text{ м}$ от сместителей нарушений, связаны максимумы обводнения [128] и крупные карстовые полости [80].

Карст Горного Крыма развивается исключительно под влиянием местного стока, который в свою очередь формируется за счет атмосферных осадков. В распределении последних отмечается значительная неравномерность, обусловленная климатическими причинами (в западных карстовых районах выпадает $600\text{—}900$, в центральных $800\text{—}1200$, восточных $500\text{—}700 \text{ мм}$ осадков) и особенностями карстового мезо- и микрорельефа (в холодный сезон запасы влаги в виде снега составляют на подветренных склонах 134 , в карстовых воронках 170 , под структурными уступами 300% средних влагозапасов на плато). Это одна из причин первичной неравномерности в заложении поверхностных и некоторых подземных карстовых форм. Питание карстовых вод и формирование многих форм карстового рельефа Горного Крыма осуществляется за счет инфильтрации, инфлюации и конденсации. Инфильтрация особенно велика на участках развития неслоистых и толстослоистых известняков со слабо развитым почвенным покровом. В теплый период инфильтрационные питание возможно только с участков, мощность почвогрунта которых менее 30 см . Особенно благоприятные условия для инфильтрации создаются после затяжных дождей и снеготаяния.

Устойчивое инфлюационное питание происходит в холодный и теплый сезоны на участках плато, сложенных слабо карстующимися или некарстующимися отложениями (Западный Айпетринский, Демерджинский, Долгоруковский карстовые районы, восточная часть Карабийского района). Местными очагами инфлюационного питания иногда являются карстовые воронки с

закольматированными, а затем прорванными понорами. Объем инфильтрующих вод в этом случае невелик (до 5—8 тыс. м³). Поглощение наблюдается и на склонах горных массивов, в зонах тектонической трещиноватости вдоль крупных нарушений [271].

Конденсационные воды формируются в трещинно-карстовых коллекторах только в теплый период года. Они составляют 7,3% годовой нормы осадков, 14,6% годовой нормы стока, или 85—90% месячной нормы стока за теплый период.

Карбонатная агрессивность поверхностных и подземных вод Крыма формируется за счет поступления углекислого газа из воздуха и почвы, за счет окисления органических веществ и пирита, выделения при образовании натеков, подтока сухих струй газа по разломам. Углекислый газ, поступивший из первых двух источников, реализуется непосредственно на поверхности и на глубинах до 5—100 м. В этой зоне формируется примерно 65—70% пустот выщелачивания. Ниже 100 м от поверхности растворение горных пород происходит лишь в паводок, в межень устанавливается неустойчивый режим отложения — растворения. В зонах полного насыщения и сифонной циркуляции растворение известняков происходит под преимущественным воздействием коррозии смешивания. Таким образом, геологические, гидрогеологические и гидрохимические условия Горного Крыма вполне благоприятны для развития поверхностного и подземного карста [76, 80].

Поверхностные карстовые формы широко распространены в Горном Крыму и представлены почти всеми известными разновидностями [32, 83, 98, 109, 110, 139]. По размерам, генезису и возрасту поверхностные карстовые формы можно разделить на три группы. К макроформам относятся карстово-эрозионные долины, карстовые котловины и поля, наложенные на миоцено-плиоценовую, местами, вероятно, и на более древнюю, эрозионную сеть. К мезоформам относятся воронки, просадки, рвы. Их морфология определяется структурно-литологическими особенностями известняков. Микроформы представлены каррами и понорами, наложенными на все отмеченные выше макро- и мезоформы.

На долю Горно-Крымской карстовой

области приходится 86% общего количества карстовых полостей Украины (табл. 1). Генезис и гидрогеологическое значение пещер и шахт Крыма детально рассмотрены в монографии В. Н. Дублянского [80]. В настоящей книге приведены порайонные описания наиболее крупных или интересных в научном отношении карстовых полостей.

Нижнесухореченский карстовый район (площадь 81,5 км²) расположен на юго-западе Горного Крыма. Ограничен берегом Черного моря и долиной р. Черной. В районе известно две небольших пещеры-источника длиной 11 и 15 м (плотность закарстования 0,02).

Варнутский карстовый район (74,0 км²) расположен к югу от Нижнесухореченского. В его пределах подземные карстовые формы пока не обнаружены.

Байдарский карстовый район (143,0 км²) охватывает Байдарскую тектоническую депрессию, ее северное и восточное обрамление. В пределах района известно пять небольших коррозионно-эрозионных полостей (плотность закарстования 0,04). Чернореченская пещера (87 м) расположена в левом борту каньона р. Черной. Пещера состоит из главного хода длиной 35 м и двух сходящихся почти под прямым углом боковых притоков. В паводок из пещеры вытекает поток, переполняющий несколько десятков живописных гуров. Остальные четыре пещеры района несколько меньше по размерам (15, 17, 36, 55 м). Они расположены на склонах горных массивов, прорезанных каньоном р. Черной и все относятся к типу пещер-источников.

Приморский карстовый район (8,8 км²) расположен между мысом Айя и перевалом Байдарские Ворота. В районе известно пять небольших полостей (плотность закарстования 0,6). Две из них длиной 30 и 35 м заложены в оксфордских конгломератах по трещинам напластования и тектоническим. Две полости — трещинные шахты глубиной 35 и 36 м — заложены по трещинам бортового отпора в береговых обрывах над пгт Форос.

Наиболее интересна Форосская пещера-источник (рис. 4, а). Вход в пещеру расположен в основании Форосской скалы, в 20 м к западу от крупного разлома. Ближняя часть пещеры представляет собой сифонный канал с характерными овальными

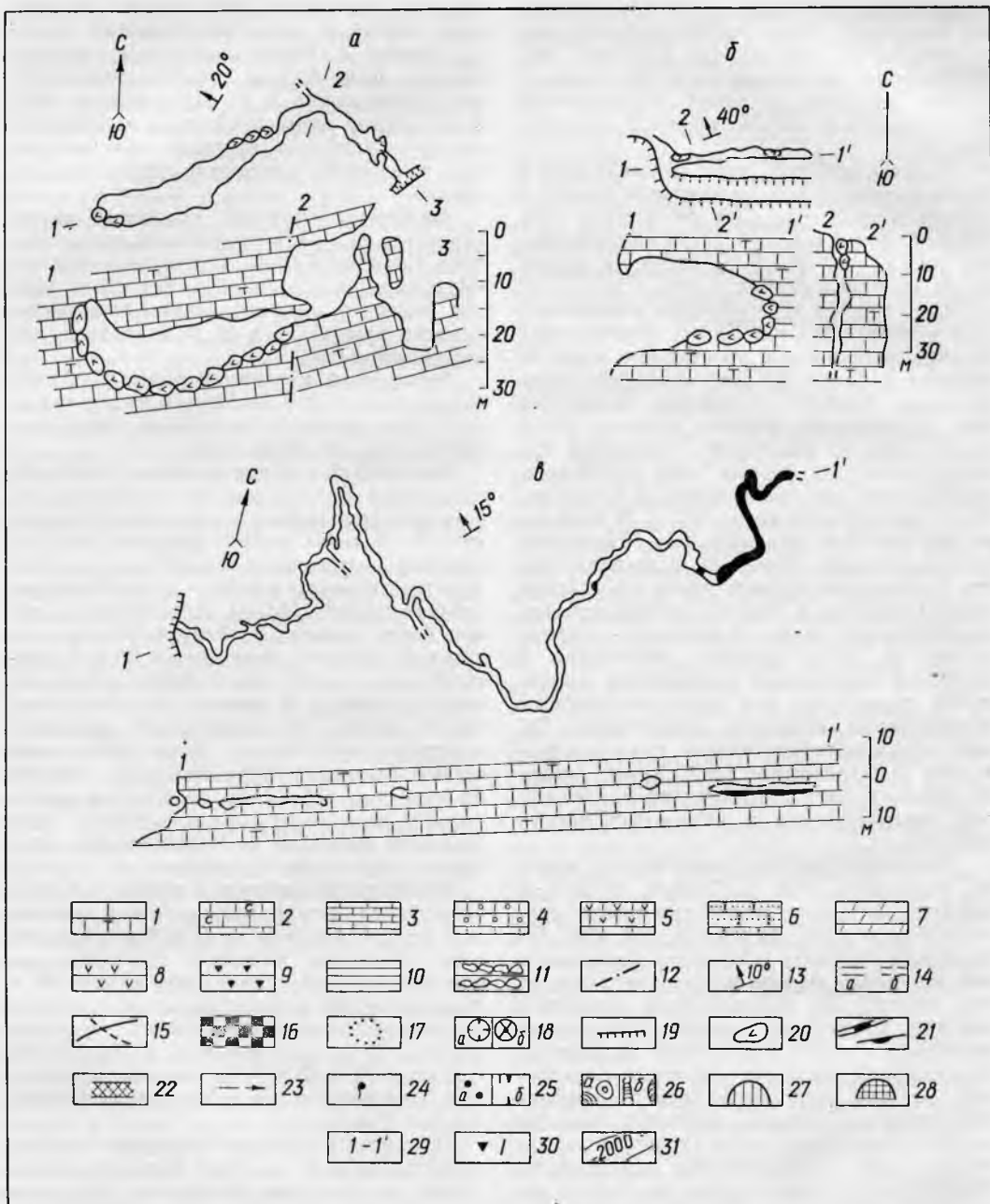


Рис. 4. Карстовые полости Приморского и Западного Айпетринского карстовых районов:

а — Форосская (план и разрез), б — Мердвен (план и разрез); в — Нассонова (план и разрез). Известняки 1 — неслоистые и толстослоистые, 2 — среднеслоистые, 3 — тонкоплитчатые, 4 — литотамниевые, 5 — ракушечные; 6 — песчаники; 7 — мергели; 8 — гипсы и ангидриты; 9 — каменная соль; 10 — глины; 11 — конгломераты.

сечениями, напорными куполами в сводах, многочисленными разветвлениями. Дальняя часть пещеры заложена вдоль тектонической трещины, плоскость которой круто (под углом 70°) наклонена к югу. Для нее характерны скошенные треугольные сечения, обилие обвалных отложений. Через Форосскую пещеру, очевидно, происходил отток на юг поверхностных вод, формировавшихся на некарстовых водосборах южной периферии Байдарской тектонической депрессии.

Западный Айпетринский карстовый район (46,6 км²) расположен к югу от Байдарского карстового района между перевалом Байдарские Ворота и вершиной Мердвен-Каясы. В пределах района известно пять пещер и четыре неглубоких (до 20 м) нивально-коррозионных колодца (плотность закарстования 0,2). Три пещеры расположены на южных обрывах и представляют собой небольшие пещеры-источники, залеженные по трещинам тектоническим и напластованиям.

Пещера Мердвен (35 м) заложена вдоль трещины отседания, развитой параллельно бровке. Она имеет форму клина, сужающегося книзу (рис. 4, б). Сложная конфигурация поперечных сечений объясняется тем, что отдельные участки пещеры ориентированы по трещинам напластования. На дне полости формируются мощные обвалные отложения.

Пещера Нассонова (229 м) расположена на северном склоне массива в балке Капур-Кая. Она представляет собой хорошо проработанный водой сифонный канал, заложенный по трещинам взаимно перпендикулярных направлений (рис. 4, в). Поперечные сечения пещеры имеют вид овала, местами осложненного вертикальной прорезью. В дальней части пещеры есть несколько озер. В ванночках ближней части обнаружены хорошо отсортированные (естественный шлик) водно-механические отложения. Наличие в составе минералов тяжелой фракции хлорита, барита, киноварн, брукита, галенита и сфалерита сви-

детельствует о возможном размыве подстилающего нижнетитонского карбонатно-глинистого флиша.

Малое количество подземных карстовых форм в пределах пяти рассмотренных районов объясняется развитием покрытого карста, небольшим распространением карстующихся отложений, сильной расчлененностью рельефа и отсутствием платообразных участков. Большинство карстовых полостей этих районов — реликты древних гидрогеологических систем, сформированных в позднем плиocene — раннем антропогене.

Центральный Айпетринский карстовый район (109 км²) занимает центральную часть Айпетринского горного массива. Здесь известно 218 различных карстовых полостей (плотность закарстования 2,0). Большая часть из них (85%) — нивально-коррозионные колодцы и шахты глубиной до 70 м. В прирочной части плато на расстоянии до 200 м от югобережных обрывов расположены немногочисленные (7%) коррозионно-гравитационные трещинные колодцы и шахты глубиной до 40 м. Коррозионно-эрозийных полостей немного (8%), но представлены они всеми типами.

Шахта-понор Севастопольская (196 м) расположена в карстовой воронке на юго-западной окраине центрального карстового плато. Заложена она в толстослоистых и среднеплитовых известняках по тектоническим трещинам, оперяющим крупный Карадагский разлом. Она состоит из нескольких продолжающих друг друга внутренних колодцев, длинные оси которых несколько смещены и развернуты (рис. 5, а). Поверхностный водосбор шахты в связи с формированием склона долины Карадагского леса утерян. В полости отмечается слабый сток только после сильных ливней и снеготаяния.

На южных обрывах Айпетринского массива известно несколько пещер-источников. Среди них выделяется система Медовой пещеры (250 м). Она состоит из древней

ты; 12 — разломы; 13 — простирание, падение и угол падения пластов; 14 — контуры исследованных (а) и неисследованных (б) полостей; 15 — ходы, расположенные в разных плоскостях; 16 — искусственные выработки; 17 — карстовые воронки; 18 — колодцы (а), просадки (б); 19 — уступы; 20 — глыбы, лежащие на полу и заклиненные в трещинах; 21 — ванночки, озера, ручьи; 22 — карстовые сифоны; 23 — направления современного и древнего стока; 24 — источники; 25 — сталактиты и сталагмиты в плане (а) и разрезе (б); 26 — натёки и колонны в плане (а) и разрезе (б); 27 — снег; 28 — лёд; 29 — направления разрезов и плоскостей проекций; 30 — точки геофизических наблюдений; 31 — изолинии удельных электрических сопротивлений

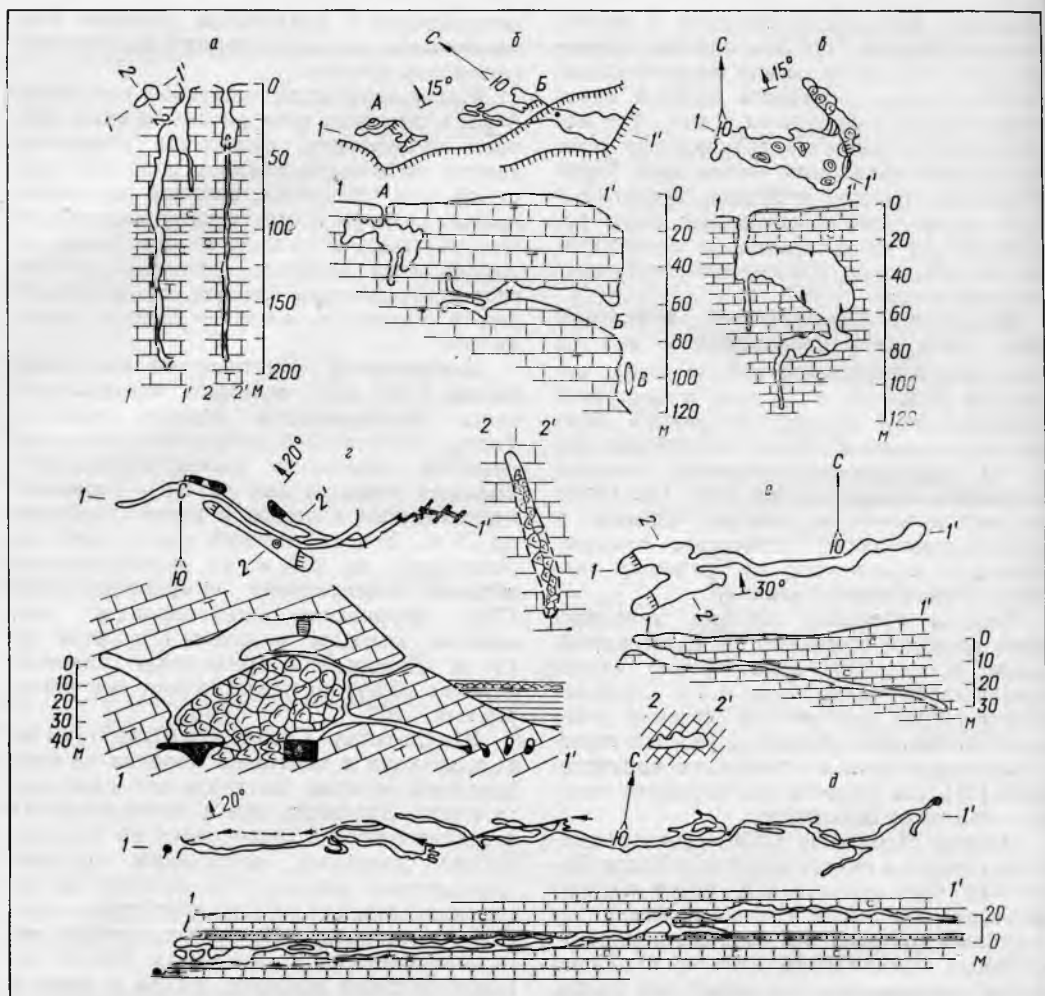


Рис. 5. Карстовые полости Центрального Аипетринского карстового района (планы и разрезы): а — Севастопольская; б — Дружба (А), Медовая (Б); в — Кристальная им. Г. А. Максимовича; г — Скельская; д — Узунджа; е — Сюндюрлю (условные обозначения см. на рис. 4)

галерей, вскрытой 20-метровой шахтой (рис. 5, б; А — Дружба), основной галерей, открывающейся на южный обрыв огромным порталом (Б — Медовая), 30-метрового колодца в основании галереи (В), срезанного при образовании югобережного обрыва. Основная галерея имеет высоту 15—18 м и ширину до 10 м. На стенах галереи зафиксированы в виде желобов древние уровни напорных подземных вод.

Так как пещера находится на хорошо прогреваемом южном обрыве, она активно разрушается. На расстоянии 40 м от входа ее пол покрыт толстым (до 2,5 м) слоем термогравитационных отложений — дровяной и щебенкой известняка, а также древними натечными корами. Через систему Медовой пещеры в прошлом происходила разгрузка подземных вод, формировавшихся на прилегающей части плато площадью до 3 км².

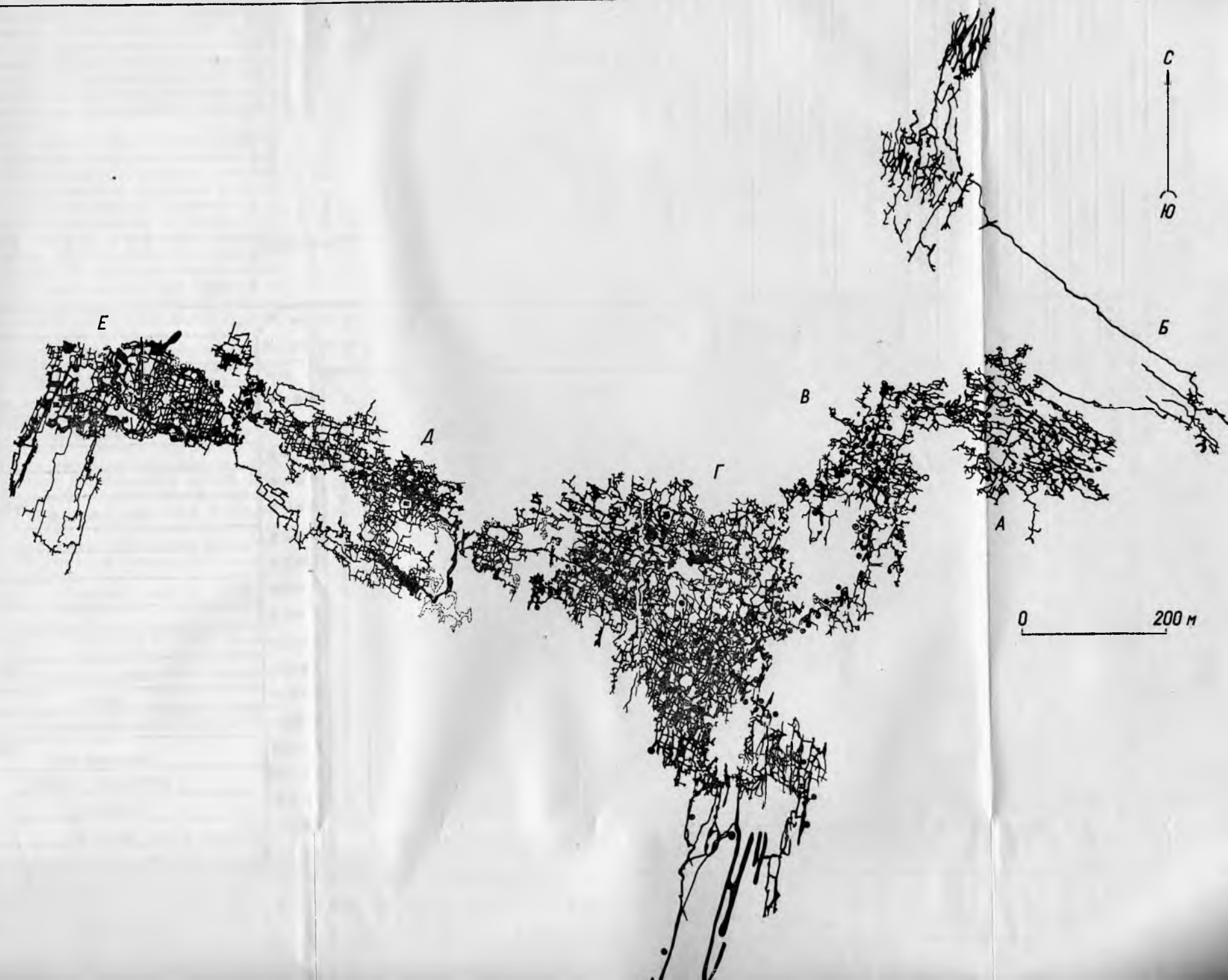




Рис. 21. Пещера Оптимистическая (по материалам М. П. Савчина).
Р а й о н: А — Старый; Б — Ветровой; В — Глобусов; Г — Новый; Д — Дальний; Е — Озерный



			Тип выреза		Тип выреза																											
					Шель													Мелкий														
					Горно-Крымская													Предгорно-Крымская														
					Карпатская													Закарпатская														
					Прикарпатская													Западно-Полеская														
					Подольско-Буковинская													Днепровско-Донецкая														
					Северо-Восточная													Донбасская														
					Криворожско-Кременчугская													Восточно-Подольская														
					Причерноморско-Азовская													Равнинно-Крымская														
					Резерв													Резерв														
					Возраст пород (эры, периоды)													Литология карстуемых пород														
					Кайнозой													Известняки плотные														
					Мезозой													Известняки пористые														
					Палеозой													Доломиты														
					Пермь													Мел														
					Карбон													Юра														
					Девон													Гипсы														
					Силур													Ангидриты														
					Ордовик													Соли (каменная, калийная и др.)														
					Нембрий													Нонгломераты и песчаники с известняковым цементом														
					Протерозой													Рудные тела														
					Архей													Слоистость пород, м														
																		Неслоистые														
																		Толстослоистые (>0.3)														
																		Среднетолстые (0.3-0.5)														
																		Тонкостратчатые (0.1-0.3)														
																		Листоватые (<0.1)														
																		Тип, подтип (код комбинированный)														
																		1. Коллоид (шахта)														
																		2. " " " "														
																		3. " " " "														
																		4. " " " "														
																		5. " " " "														
																		6. Шахта-пояр каскадная														
																		7. " " " "														
																		8. Пещера-пояр горизонтальная														
																		9. " " " "														
																		10. Пещера вскрытая провально-денудационная														
																		11. " " " "														
																		12. Пещера-источник одноэтажная														
																		13. " " " "														
																		14. Полость трещинная горизонтальная														
																		15. " " " "														
																		15. " " " "														
Условные отметки устья, м (код комбинирован- ный 7-4-2-1)	200-400, 400-600, 600-800, 800-1000, 1000-1200, 1200-1400, 1400-1600, 1600-1800, более 1800		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	2	1	7	4	2	1
			1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	2	1	7	4	2	1
			1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	2	1	7	4	2	1
			1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	2	1	7	4	2	1
Положение в рельефе входа в полость	Внешний склон массива	Плато-водораздел	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Внутренний склон долины	Днище долины (котловины)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Карстовая воронка	Эрозионный врез	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Структурный уступ	Лес, кустарник	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вскрыша, м	< 10	10-20	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	20-30	30-40	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	40-50	> 50	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина, м	< 10	10-100	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	100-200	200-1000	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1000-25 000	> 25 000	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Глубина, м	< 20	20-100	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	100-500	> 500	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Площадь, м ²	< 100	100-1000	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1000-10 000	> 10 000	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объем, м ²	< 100	100-1000	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1000-10 000	> 10 000	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Условные отметки устья, м (код комбинирован- ный 7-4-2-1)		200-400, 400-600, 600-800, 800-1000, 1000-1200, 1200-1400, 1400-1600, 1600-1800, более 1800		А. Карстовая область		Б. Геологические условия										В. Тип, подтип полости		И. Отложения карстовых полостей и наличие образцов, фото и т. п.															
Положение в рельефе входа в полость	Внешний склон массива	Плато-водораздел	Г. Условия закармливания полости	I. Местонахождение полости: 1. Карстовый район, кадастровый номер 2. Административное положение. а) республика б) область в) район 3. Условные координаты 4. Вмещающие породы										V. Литература (включая фондовую)																			
	Внутренний склон долины	Днище долины (котловины)		II. Размеры полости: 1. Длина, м 2. Глубина, м 3. Площадь, м ² 4. Объем, м ³ 5. Коэффициент Норбеля	III. Гидрометрические данные: 1. Объем воды в лужах и озерах, м ³ 2. Расход водотоков, м ³ : а) постоянных б) периодических 3. Температура, °C 4. Запас воды в снеге		VI. Исследователь: а) организация б) автор в) дата																										
	Карстовая воронка	Эрозионный врез			IV. Анализы, номера проб		VII. Составитель: а) организация б) автор в) дата																										
	Структурный уступ	Лес, кустарник																															
Вскрыша, м	< 10	10-20	Д. Морфометрические показатели полости	Е. Обводненность и микроклимат										Ж. Проходимость и возможности использования полости										З. Резерв									
	20-30	30-40																															
	40-50	> 50																															
Длина, м	< 10	10-100																															
	100-200	200-1000																															
	1000-25 000	> 25 000																															
Глубина, м	< 20	20-100																															
	100-500	> 500																															
Площадь, м ²	< 100	100-1000																															
	1000-10 000	> 10 000																															
Объем, м ²	< 100	100-1000																															
	1000-10 000	> 10 000																															
				1	3	5	7	9	1	3	5	7	9	11	13	1	3	5	7	9	11	13	15	17	1	3	5	7	9	11			
				0	2	4	6	8	0	2	4	6	8	10	12	0	2	4	6	8	10	12	14	16	0	2	4	6	8	10			
				9	8	7	6	5	9	8	7	6	5	4	3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	9	8	7	6	5	4	3		
				8	7	6	5	4	8	7	6	5	4	3	2	8	7	6	5	4	3	2	1	0	8	7	6	5	4	3			
				7	6	5	4	3	7	6	5	4	3	2	1	7	6	5	4	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3			
				6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	1	0	6	5	4	3	2	1	0	8	7	6	5	4	3					
				5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0	4	3	2	1	7	6	5	4	3				
				4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	3	2	1	0	6	5	4	3							
				3	2	1	0	9	3	2	1	0	9	8	7	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3							
				2	1	0	9	8	2	1	0	9	8	7	6	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3								
				1	0	9	8	7	1	0	9	8	7	6	5	1	0	9	8	7	6	5	4	3									
				0	9	8	7	6	0	9	8	7	6	5	4	0	9	8	7	6	5	4	3										
				9	8	7	6	5	9	8	7	6	5	4	3	9	8	7	6	5	4	3											
				8	7	6	5	4	8	7	6	5	4	3	2	8	7	6	5	4	3												
				7	6	5	4	3	7	6	5	4	3	2	1	7	6	5	4	3													
				6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	1	0	6	5	4	3														
				5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	0	5	4	3																
				4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3																		
				3	2	1	0	9	3	2	1	0	9	8	7	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3							
				2	1	0	9	8	2	1	0	9	8	7	6	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3								
				1	0	9	8	7	1	0	9	8	7	6	5	1	0	9	8	7	6	5	4	3									
				0	9	8	7	6	0	9	8	7	6	5	4	0	9	8	7	6	5	4	3										
				9	8	7	6	5	9	8	7	6	5	4	3	9	8	7	6	5	4	3											
				8	7	6	5	4	8	7	6	5	4	3	2	8	7	6	5	4	3												
				7	6	5	4	3	7	6	5	4	3	2	1	7	6	5	4	3													
				6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	1	0	6	5	4	3														
				5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	0	5	4	3																
				4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3																		
				3	2	1	0	9	3	2	1	0	9	8	7	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3							
				2	1	0	9	8	2	1	0	9	8	7	6	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3								
				1	0	9	8	7	1	0	9	8	7	6	5	1	0	9	8	7	6	5	4	3									
				0	9	8	7	6	0	9	8	7	6	5	4	0	9	8	7	6	5	4	3										
				9	8	7	6	5	9	8	7	6	5	4	3	9	8	7	6	5	4	3											
				8	7	6	5	4	8	7	6	5	4	3	2	8	7	6	5	4	3												
				7	6	5	4	3	7	6	5	4	3	2	1	7	6	5	4	3													
				6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	1	0	6	5	4	3														
				5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	0	5	4	3																
				4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3																		
				3	2	1	0	9	3	2	1	0	9	8	7	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3							
				2	1	0	9	8	2	1	0	9	8	7	6	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3								
				1	0	9	8	7	1	0	9	8	7	6	5	1	0	9	8	7	6	5	4	3									
				0	9	8	7	6	0	9	8	7	6	5	4	0	9	8	7	6	5	4	3										
				9	8	7	6	5	9	8	7	6	5	4	3	9	8	7	6	5	4	3											
				8	7	6	5	4	8	7	6	5	4	3	2	8	7	6	5	4	3												
				7	6	5	4	3	7	6	5	4	3	2	1	7	6	5	4	3													
				6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	1	0	6	5	4	3														
				5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	0	5	4	3																
				4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3																		
				3	2	1	0	9	3	2	1	0	9	8	7	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3							
				2	1	0	9	8	2	1	0	9	8	7	6	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3								
				1	0	9	8	7	1	0	9	8	7	6	5	1	0	9	8	7	6	5	4	3									
				0	9	8	7	6	0	9	8	7	6	5	4	0	9	8	7	6	5	4	3										
				9	8	7	6	5	9	8	7	6	5	4	3	9	8	7	6	5	4	3											
				8	7	6	5	4	8	7	6	5	4	3	2	8	7	6	5	4	3												
				7	6	5	4	3	7	6	5	4	3	2	1	7	6	5	4	3													
				6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	1	0	6	5	4	3														
				5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	0	5	4	3																
				4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3																		
				3	2	1	0	9	3	2	1	0	9	8	7	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3							
				2	1	0	9	8	2	1	0	9	8	7	6	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3								
				1	0	9	8	7	1	0	9	8	7	6	5	1	0	9	8	7	6	5	4	3									
				0	9	8	7	6	0	9	8	7	6	5	4	0	9	8	7	6	5	4	3										
				9	8	7	6	5	9	8	7	6	5	4	3	9	8	7	6	5	4	3											
				8	7	6	5	4	8	7	6	5	4	3	2	8	7	6	5	4	3												
				7	6	5	4	3	7	6	5	4	3	2	1	7	6	5	4	3													
				6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	1	0	6	5	4	3														
				5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	0	5	4	3																
				4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3																		
				3	2	1	0	9	3	2	1	0	9	8	7	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3							
				2	1	0	9	8	2	1	0	9	8	7	6	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3								
				1	0	9	8	7	1	0	9	8	7	6	5	1	0	9	8	7	6	5	4	3									
				0	9	8	7	6	0	9	8	7	6	5	4	0	9	8	7	6	5	4	3										
				9	8	7	6	5	9	8	7	6	5	4	3	9	8	7	6	5	4	3											
				8	7	6	5	4	8	7	6	5	4	3	2	8	7	6	5	4	3												
				7	6	5	4	3	7	6	5	4	3	2	1	7	6	5	4	3													
				6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	1	0	6	5	4	3														
				5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	0	5	4	3																
				4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3																		
				3	2	1	0	9	3	2	1	0																					

ровальным
ткрываю
востоку
ей пыстой
олости ст
ам напад
обой слаб
лыбовой
Тальняя
арбонат
Нижн
ратно
38, 147,
170 м
аложена
застоти,
тираны
3 верста
65—85
заста—
различ
эние
ни
ни
смы
смы
биту
Тир
до
на
глубо
колонна
ные
Пол
западн
подземн
кие
мым у
ные во
ются
ловина
глинист
лени
ния
метод
В
пещер
ниже

29-

Основные карстовые водоносные системы района располагаются на северных склонах плато. Вдоль Карадагского разлома на западе района заложена система Кристальная — Скульская. Вскрытая пещера Кристальная им. Г. А. Максимовича (длина 110 м, глубина 113 м) начинается провальным колодцем, на глубине 22 м открывающимся в огромный наклоненный к востоку зал длиной 75, шириной 25, средней высотой 23 м (рис. 5, а). Свод и стены полости ступенчатые, приурочены к трещинам напластования. Ползала представляет собой слабо сцементированный натеками глыбовый навал мощностью свыше 80 м. Дальняя часть пещеры богато украшена карбонатными натеками и кристаллами.

Нижняя часть системы — это неоднократно упоминавшаяся в литературе [93, 138, 147, 190] Скульская пещера длиной 570 м (рис. 5, б). Как и Кристальная, она заложена по зоне тектонической трещиноватости, оперяющей мощный разлом с простиранием 280—295°. Плоскость сместителя в верхней части пещеры имеет падение 65—85° на северо-северо-восток, в нижней части — 58—88° на юго-юго-запад. Центральная часть пещеры — огромная коррозионно-гравитационная полость, образованная при раскрытии тектонического нарушения в результате контрастных движений смежных блоков. Глыбово-обломочный материал, заполняющий эту полость на глубину более 60 м, слабо уплотнен и сцементирован карбонатными натеками. О продолжающихся подвижках и уплотнении навала свидетельствуют зажатые между глыбами известняка поваленные натечные колонны диаметром до 1,5 м и разорванные трещинами натечные коры.

Под навалом в центральной и северо-западных частях пещеры есть несколько подземных озер глубиной более 20 м. Узкие сифонные и пересекающиеся под прямым углом трещинные каналы, заполненные водой на глубину до 30 м, продолжают к северо-востоку под Скульской котловиной, выполненной нижнемеловыми глинистыми отложениями. В этом направлении непроходимые трещины продолжения пещеры прослежены геофизическими методами почти на 400 м [48].

В межень уровень воды в Скульской пещере устанавливается в среднем на 45 м ниже входа. В паводок он поднимается на

5—20 м, подтапливая нижнюю часть глыбового навала. При наложении весенних ливней на снеготаяние происходит излияние воды из входа. Это максимальный подъем подземных вод, зафиксированный в карстовых полостях Украины*. Кроме обвалных отложений в пещере широко развиты различные водно-механические (песок, галька, валуны) и водно-хемогенные отложения (сталактиты, колонны, коры, натеки). Гранулометрический анализ показал, что скорость восходящих потоков в сифонных каналах Скульской пещеры достигает 0,1 м/с при расходе до 5 м³/с. В пещере обнаружены богатое местонахождение ископаемых позвоночных и обильная спелеофауна.

Через систему Кристальная — Скульская происходит разгрузка подземных вод Карадагского блока. О единстве этих полостей свидетельствует не только их морфология и геодогические особенности, но и газовый состав воздуха. В пещере Кристальной отмечено повышенное содержание метана (6,7%), тяжелых углеводородов (0,8%). В Скульской пещере-источнике, Звеничном колоде над пещерой и пещере-источнике Кирилловской — повышенное содержание метана (0,4%) и углекислого газа (0,9—2,9%).

Карстолого-гидрогеологические и биоспелеологические исследования свидетельствуют о том, что полости, тяготеющие к Карадагскому блоку, не связаны с полостями смежного Скульско-Айдымтровского блока [48]. Опыты с окрашиванием воды флуоресцеином показали, что область питания последнего занимает большую часть Центрального Айпетринского района [90]. Краситель, пущенный в непроходимые для человека поноры в борту поля Бештеке, не окрасил воду в Скульской пещере; он был зафиксирован в Скульском источнике, пещере Узунджа и в ряде других водопроявлений района.

Пещера Узунджа длиной 1500 м (рис. 5, в) расположена в верховьях каньона Узунджа. Ближняя часть была известна еще в начале XX в. [147]. Пещера заложена в толстослоистых и тонкоплитчатых известняках с прослоями песчаника

* В пещере Луир во Франции в августе 1961 г. отмечен подъем уровня воды на 320 м [311].

мощностью до 20 см. Трещинные и сифонные каналы пещеры располагаются в зоне, разбитой на блоки несколькими параллельными тектоническими нарушениями. Пещера непрерывно переходит из одного блока в другой. В толстослоистых известняках преобладают узкие и высокие трещинные ходы со стенками, корродированными на большую высоту. Подъем уровня подземных вод здесь достигает в паводок 5—8 м. В толще переслаивания формируются довольно широкие ходы сложной конфигурации с раздувами, карманами и нишами, выработанными эрозией в песчаниках. Трубочатые сифонные каналы округлого сечения соединяют трещинные ходы на разных уровнях.

Пещера Узунджа — классический пример карстовой полости, заложенной по трещинам, опирающим крупное тектоническое нарушение. В межень в пещере существует несколько обводненных участков, связанных сифонами между собой и с источником Сууксу на поверхности. В паводок уровень воды в пещере поднимается на 1,5—2,5 м. В пещере Узунджа наблюдаются водно-механические и водно-хемогенные отложения. В воздухе полости обнаружены повышенное содержание углекислого газа (1,4%), метан (0,6%) и тяжелые углеводороды (0,6%).

Одна из самых интересных, хотя и не примечательная по натечному убранству, пещера Сюндюрлю на левом берегу р. Ниж. Баги. Пещера заложена в толстослоистых известняках, падающих под углом 30° на север (рис. 5, е). Входы в пещеру общей длиной 175 м, располагаются в бортах двух небольших провалных карстовых воронок. Основной коридор пещеры имеет довольно устойчивый уклон к востоку. На глубине 30 м от уровня входа, почти под топографическим водоразделом рек Ниж. Баги и Узунджи, он неожиданно заканчивается небольшой камерой, дно которой сложено глыбовым навалом. В средней части пещеры есть два небольших озера, в привходовых камерах наблюдаются небольшие натеки. Вся пещера заложена параллельно субширотному разлому, рассекающему хребет Сюндюрлю на блоки. В воздухе полости обнаружены метан (0,7%) и тяжелые углеводороды (0,1%). Пещера использовалась как средневековое убежище или святилище.

Происхождение пещеры Сюндюрлю не ясно. Первоначально предполагалось, что это древняя пещера-понор, через которую осуществлялся подземный переток из бассейна р. Ниж. Баги в бассейн р. Узунджи [48]. Изучение морфологии пещеры и опыты с окрашиванием воды свидетельствуют о том, что более вероятно другое предположение: пещера Сюндюрлю — это древний сифонный канал, по которому происходила разгрузка подземных вод Айпетринского массива в Байдарскую котловину [90]. После формирования Узунджинского каньона пещера была осушена.

Восточный Айпетринский карстовый район (68,5 км²) занимает восточную часть Айпетринского массива между вершинами Ат-Баш и Рока. Здесь располагаются 75 карстовых полостей (плотность закарстования 1,1). Из них шесть полостей представляют собой коррозионно-гравитационные трещинные колодцы и шахты глубиной до 30 м, 43 — нивально-коррозионные колодцы и шахты глубиной до 77 м, 26 — коррозионно-эрозионные полости, часто объединяющиеся в карстовые водоносные системы.

В 1957—1964 гг. в пределах района работала гидрогеологическая станция ИМР, на которой производились стационарные наблюдения над атмосферными осадками (пять осадкомеров Третьякова), испарением с поверхности грунта (шесть испарителей ГГИ-500), воды (испаритель ГГИ-3000) и снега (десять испарителей особой конструкции), режимом влажности почвогрунта (еженедельный отбор проб на определение влажности), динамикой накопления и перераспределения снегового покрова (семь снегомерных маршрутов, 760 точек определения высоты и 76 точек определения плотности снега, 100 постоянных рек), конденсацией в трещинно-карстовых коллекторах (самописцы температуры, влажности и давления воздуха в пяти полостях), микроклиматом различных элементов карстового рельефа (более 20 пунктов наблюдений), поверхностным стоком (20 створов), химическим составом атмосферных, поверхностных и карстовых вод (300 химических анализов, более 1000 определений агрессивности вод) и пр. Результаты работ станции позволили сделать ряд выводов об условиях формирования кар-

стовых полостей разных типов [74, 80], а также дать оценку гидрогеологических условий района.

Из нивально-коррозионных полостей особый интерес представляет трещинная шахта Эмпирическая (77 м). Она расположена под крутым структурным уступом толстослоистых известняков и имеет небольшой (несколько десятков метров) питающий водосбор. Под структурным уступом в ветровой тени на протяжении зимы неоднократно формируется мощный снежный карниз. Южная экспозиция уступа благоприятствует быстрому таянию снега даже при отрицательной среднесуточной температуре воздуха. Это приводит к формированию местных зон повышенного увлажнения (до 300% по отношению к средним для массива значениям). Снеговая вода особенно агрессивна именно во время таяния [69]. Поэтому под подобными уступами часто образуются крупные шахты. Они имеют узкий, иногда полностью заваленный обломками известняка вход, состоят из нескольких (шахта Эмпирическая из трех) внутренних колодцев с корродированными стенками и полностью лишены водно-механических и водно-хемогенных отложений.

Шахта-понор Каскадная длиной 445 м, глубиной 400 м расположена в верхней части левого склона Приайпетринской котловины. Со дна воронки начинается 70-метровая шахта, заложенная в толще переслаивающихся тонкоплитчатых и среднеплитовых известняков. Узкий ход в стене, заложенный по тектонической трещине, 10-метровым уступом открывается в большой зал, в который с левой стены свисает огромный каскадный натек; 42-метровый колодец выводит в почти горизонтальную 100-метровую галерею, в конце которой располагается каскадная шахта с уступами размером 50, 25 и 13 м. Стены внутренних колодцев и шахт корродированы и местами покрыты корой натеков. На отметке 165 м в стене галереи обнаружена щель, выводящая в узкий ход с каскадом внутренних шахт глубиной 70, 20, 21 и 20 м (рис. 6, а).

В 1978 г. крымские спелеологи на глубине 305 м нашли продолжение шахты. Узкий сифонный канал вывел в систему широких (до 15 м) и высоких (20—30 м) залов, заложенных вдоль разлома с про-

стиранием 270°. Полы залов покрыты глыбовым навалом и глиной. Периодический сток в полости возникает с глубины 110 м. Постоянные водотоки с меженным расходом до 0,5 л/с отмечены лишь в новой части шахты.

Шахта Каскадная — одна из самых древних полостей Айпетринского массива — возникла на начальном этапе формирования Приайпетринской котловины, когда вдоль первичного эрозионного вреза субширотного простирания еще наблюдался поверхностный сток. Над шахтой Каскадной были проведены первые в Крыму опытные работы с гравитационным вариометром. Они показали принципиальную возможность применения этого метода для прослеживания с поверхности неизвестных карстовых полостей [283].

Опыты с окрашиванием, проведенные сотрудниками ИМР и симферопольскими спелеологами в 1977 г., показали, что водораздельная часть Приайпетринской котловины входит в водосборную площадь крупного источника Хастабаш на южном склоне Айпетринского массива.

Свидетелями былого значительного обводнения Приайпетринской котловины являются пещеры Геофизическая, Трехглазка и пещера-источник Мисхорская, входящие в карстовую водоносную систему Геофизическая—Мисхорская. Пещеры Геофизическая (длина 140 м, глубина 80 м) и Трехглазка (75 м, 40 м) расположены на расстоянии 100 м одна от другой. Входы в них представляют собой цилиндрические нивально-коррозионные шахты, вскрывшие на глубине 20—30 м от поверхности купола более древних горизонтальных галерей (рис. 6, б, в). Галерея Геофизической пещеры в трех местах обрывается в вертикальные колодцы глубиной до 60 м, богато украшенные натекami. В центральном зале пещеры Трехглазки накапливается значительное количество (до 3—4 тыс. м³) снега и благодаря специфическому микроклимату образуются обильные ледяные сталактиты, сталагмиты и коры.

Над пещерами проведены геофизические исследования. Методом электропрофилирования выявлена зона пониженных кажущихся удельных электрических сопротивлений, вытянутая параллельно дну котловины от пещер Геофизической и Трехглазки к Мисхорской [48].

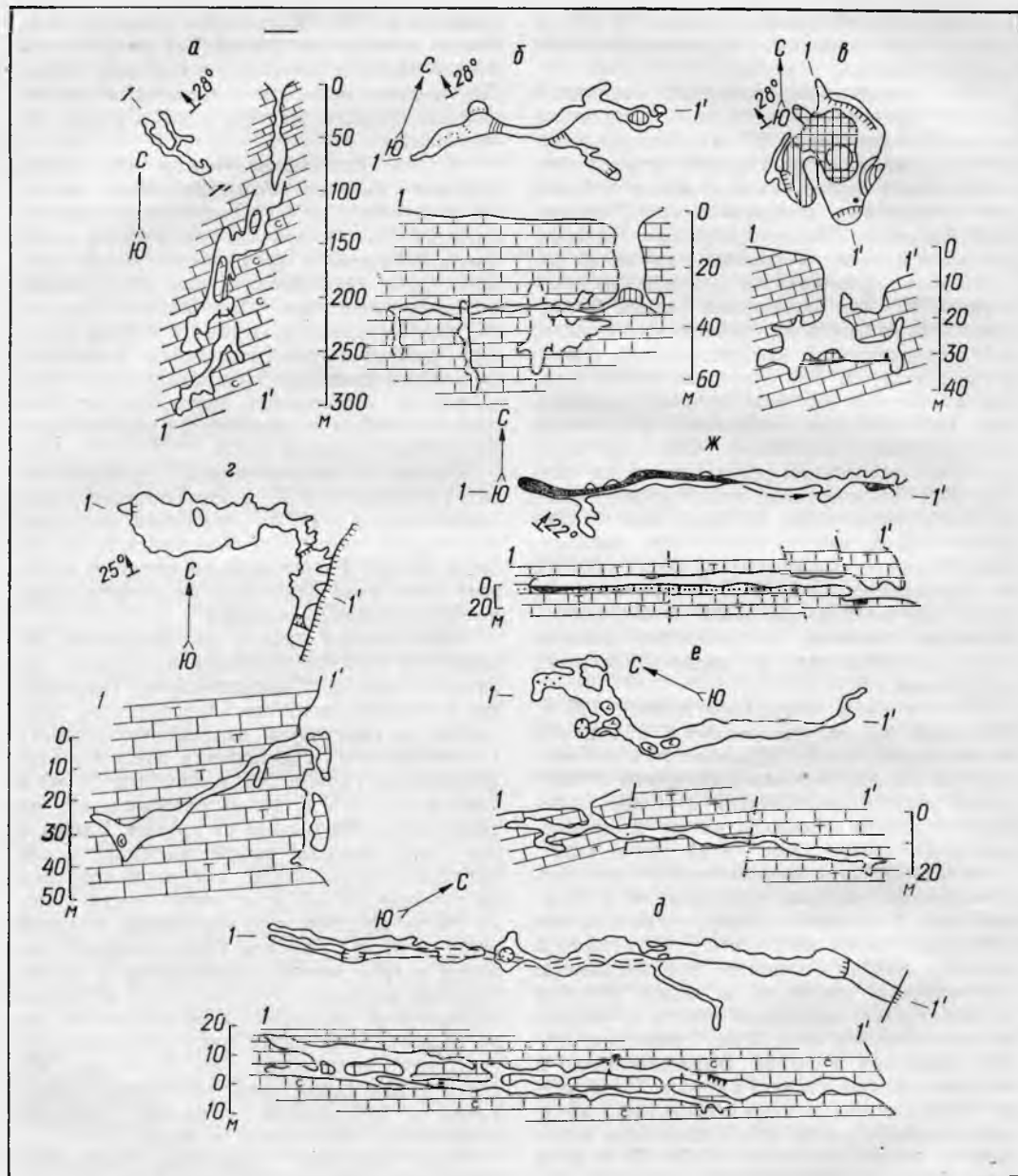


Рис. 6. Карстовые полости Восточного Айпетринского карстового района (планы и разрезы): а — Каскадная; б — Геофизическая; в — Трехглазка; г — Мисхорская; д — Висячая; е — Аю-Тешик; ж — Соколинская (условные обозначения см. на рис. 4)

Мисхорская пещера-источник длиной 101 м (рис. 6, з) расположена в южном 400-метровом отвесном обрыве Айпетринского массива, почти в 200 м ниже дна котловины. Она представляет собой сифонный канал, по которому в прошлом проходила разгрузка подземных вод. Центральная часть пещеры — большой зал, заложенный по наклонным тектоническим трещинам. Нижняя часть зала — своеобразный «отстойник», в котором сохранилась почти 20-метровая толща тонкослоистых песчано-глинистых водно-механических отложений. В тяжелой фракции заполнителя Мисхорской пещеры обнаружено 18 различных минералов. Анализ кривых распределений циркона и рутила в разных слоях приводит к выводу о неоднократных (минимум три раза) резких изменениях палеогидрогеологических условий заполнения пещеры. Этот вывод подтверждается появлением (или увеличением до 0,01—0,02%) в составе заполнителя в тяжелой фракции дистена, анатаза, силлиманита, лейкоксена, сфалерита и галенита. Своеобразный минеральный состав заполнителя пещеры объясняется изменением контуров поверхностных питающих водосборов — периодическим «подключением» в наиболее многоводные годы водосборов урочища Бештеке, сложенных осадочными и пирокластическими породами верхнего байоса [48, 80]. Ближняя часть пещеры состоит из нескольких горизонтальных и вертикальных сифонных каналов, сильно переработанных процессами выветривания.

Ниже Мисхорской пещеры расположен огромный (площадь поперечного сечения в ближней части около 600 м²), быстро сужающийся в глубину и книзу грот — выходной канал древнего источника, а из глыбового навала под обрывом выходит один из крупнейших карстовых источников Крыма — Хастабаш (средний расход воды 0,23 м³/с).

На южных обрывах Восточного Айпетринского массива известно еще несколько пещер-источников, среди которых выделяется Висячая длиной 401 м (рис. 6, д). Она заложена в 80 м ниже уровня плато, параллельно крупному разлому, вдоль которого к Айпетринскому массиву присоединяется с юга гребень Пендикюль. Пещера представляет собой горизонтальную довольно широкую (до 4—6 м) и высокую

(до 3—4 м) галерею, под которой почти на всем протяжении четко прослеживается значительно меньший по размерам узкий трещинный нижний этаж. В пещере много водно-механических отложений (в основном глины). Наблюдаются разнообразные сталактиты, сталагмиты, натечные колонны, иногда разорванные и смещенные вследствие проявления гравитационных процессов. Пещера представляет собой подрусловый канал стока балки Холодной.

На северном склоне Айпетринского массива, срезанном мощным субширотным разломом, по которому контактируют кимеридж-титонские известняки и некарстующиеся отложения средней юры, известно около десяти вскрытых пещер и пещер-источников, заложенных в самых различных условиях.

Пещера Аю-Тешик длиной 192 м (рис. 6, е) вскрыта при провале свода над одним из ее залов. Пещера состоит из одной весьма разнообразной по форме галереи. Ее дальняя часть представляет собой узкий трещинный ход, местами осложненный сифонными каналами. Средняя часть, заложенная в субгоризонтально залегающих блоках известняков, имеет прямоугольное сечение и ровные своды, довольно широкая (до 6—8 м), осложнена обвальными гравитационными отложениями. На стенах и глыбах известняков обнаружены весьма редкие в пещерах Крыма кристаллы гипса [86]. Ближняя часть пещеры состоит из двух параллельных ходов и богато украшена карбонатными натеками. В настоящее время пещера безводна. Раньше она получала сток с противоположного склона местного водораздела, где расположена довольно крупная балка.

Пещера-источник Соколинская длиной 212 м (рис. 6, ж) была обнаружена при расчистке выхода довольно крупного (0,14 м³/с) карстового источника, питающего левый приток р. Коккозки. Заложена она вдоль пласта углисто-песчанника мощностью 0,4—0,6 м, находящегося между двумя пачками толстослоистых известняков. Привходовая часть пещеры приурочена к приразломной зоне дробления, несколько раз переходит из одного блока в другой, каждый раз прорабатывая галереи по пласту песчанника. На контакте блоков в известняках образуются каскады высотой до 8 м. В ближней части пещеры

наблюдаются обильные карбонатные натёки и гурь, цвет которых обусловил второе название пещеры — Желтая.

В 1977 г. симферопольские спелеологи расчистили вход в пещеру над крупным карстовым источником Пания в Большом каньоне. Исследование пещеры продолжается. Уже сейчас ясна одна интересная особенность. В межень вода, поступающая из карстового сифона, проходит через пещеру и исчезает во втором сифоне, заканчивающемся головкой источника. В паводок второй сифон не может пропустить всю поступающую воду, ее уровень поднимается на несколько десятков метров и вода изливается через верхний ход. В струях восходящего потока происходит естественная обработка (шлифовка) обломков известняка. На уступах пещеры обнаружены гальки толстослоистого известняка, имеющие диаметр от 1,5 до 4,0 см при почти идеальной шаровой форме (коэффициент сферичности 0,98—0,99). Подобная галька обнаружена в пещерах Украины впервые.

Ялтинский карстовый район (55,6 км²) расположен в пределах Ялтинского горного массива. Здесь известны 23 карстовые полости (плотность закарстования 0,4), среди которых преобладают коррозионно-эрозионные (75%). На плато крупные шахты и пещеры не известны [128]. Десять полостей района находятся на хребте Басман, прилегающем к Ялтинскому массиву с севера. Это классические пещеры-поноры, образованные в толще среднеплитовых известняков, частично поглощавших сток р. Донги. Пещеры располагаются цепочкой вдоль основания восточного обрыва хребта. Самая крупная пещера Басман-5 длиной 60 м представляет собой наклонный, заложённый по напластованию известняков зал, некогда почти до свода заполнявшийся водой. В ближней части пещеры в прошлом был пещерный храм [112, рис. 63].

На южном склоне Ялтинского массива известна крупная пещера — Ставрикайская (длина 100 м). Она заложена вдоль трещины отседания и состоит из одного коридора с характерными треугольными поперечными сечениями. В дальней части пещеры наблюдаются гипсовые кристаллы. В привходовой части они полностью замещаются разнообразными по форме карбонатными образованиями.

Никитский карстовый район (40,5 км²)

расположен в пределах Никитского горного массива. Так как этот массив отличается значительной горизонтальной и вертикальной расчленённостью, подземных карстовых форм здесь немного. Известно пять полостей (плотность закарстования 0,1). Среди них выделяются интересные коррозионно-гравитационные шахты у Беседки Ветров. Их глубина до 30 м. В отличие от шахт такого типа на других массивах они имеют в плане специфическую коленчатую форму. Последнее объясняется тем, что шахты развиты по трещинам отседания, заложённым на фестолах плато почти перпендикулярно друг другу [80].

Бабуганский карстовый район (60,9 км²) расположен в пределах Бабуганского горного массива. Здесь известна 31 полость (плотность закарстования 0,5). Преобладают (75%) неглубокие (12—15 м) нивально-коррозионные колодцы. В эрозионной сети располагаются немногочисленные (20%) и неглубокие (20—30 м) пещеры-поноры. Среди них выделяется внутренними колодцами, хорошо промытыми талыми водами, шахта-понос Бабуганская длиной 40 м, глубиной 103 м.

Чатырдагский карстовый район (43,0 км²) расположен в пределах изолированного Чатырдагского горного массива. Здесь известно 136 карстовых полостей, что соответствует максимальной для Горного Крыма плотности закарстования (3,2). Большая часть полостей представляет собой неглубокие (до 20—25 м) нивально-коррозионные колодцы и шахты (60%). Наблюдаются также различные пещеры, шахты-поноры, вскрытые пещеры (38%), иногда объединяющиеся в карстовые водоносные системы.

На верхнем плато Чатырдага исследовано три небольшие полости. Наибольший интерес представляет коррозионно-гравитационная шахта Трещинная (80 м), которая, несомненно, продолжается на значительно большую глубину. Об этом свидетельствует мощная воздушная тяга.

На нижнем плато распределение коррозионно-эрозионных полостей контролируется древней эрозионной сетью. В ее верховьях располагается карстовая водоносная система Вялова, названная в честь одного из первых исследователей карстовых полостей Чатырдага О. С. Вялова [24]. Система включает четыре вскрытые пеще-

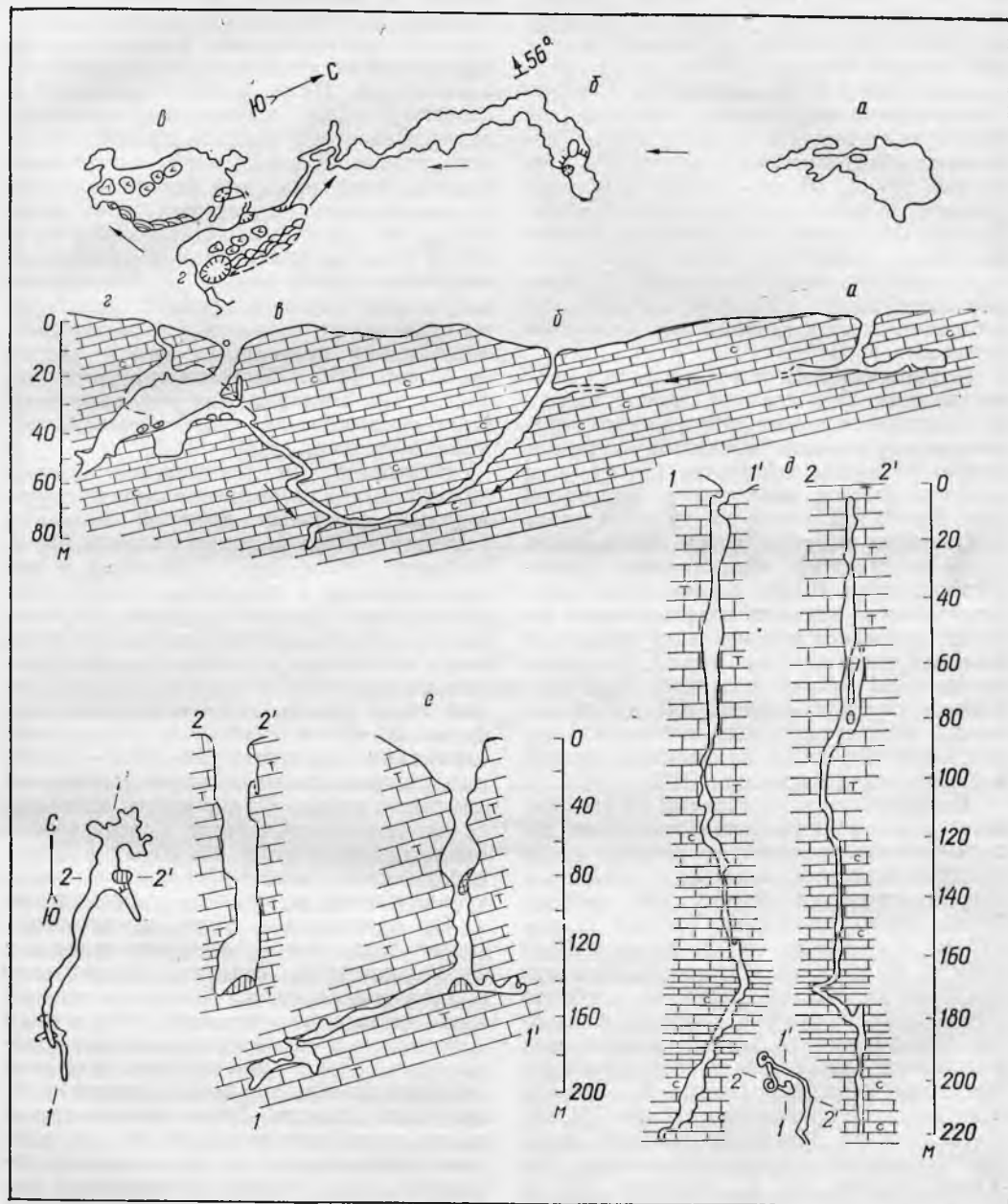


Рис. 7. Карстовые полости Чатырдагского карстового района (планы и разрезы):
а — Учунжу; *б* — Вялова; *в* — Обвальная; *г* — Азимутная; *д* — Ход Конем; *е* — Бездонная (условные обозначения см. на рис. 4)

ры (рис. 7, а—г). Пещера Учунжу (длиной 90 м, глубиной 25 м) состоит из нескольких залов, украшенных красивыми натеками. Пещера Вялова (155 м, 81 м) представляет собой круто наклонную галерею с несколькими внутренними колодцами, отделенную от пещеры Учунжу водно-хемогенными образованиями, а от пещеры Азимутной (90 м, 50 м) — узким сифонным каналом, заполненным глиной и натеками. Пещера Обвальная (110 м, 59 м) состоит из одного большого зала, заваленного огромными блоками известняков. Ее южная стена богато украшена натеками, за ней располагается главный зал Азимутной пещеры.

Морфология всех четырех полостей весьма сложная. Это связано прежде всего с их заложением в зоне субириотного перегиба между верхним и нижним плато, где сохраняются еще достаточно крутые углы падения пластов известняков (северо-восток 55—60°). Система проработана вдоль простирания пластов, почти под прямым углом к главному направлению поверхностного стока. В этом заключается гидрогеологическое значение полостей, через которые произошел своеобразный подземный перехват поверхностного стока. Палеогеографический анализ позволяет предположить, что полости системы Вялова образовались вследствие таяния небольших ледников или снежников на северных склонах верхнего плато Чатырдага [80].

В средней части эрозионных систем нижнего плато располагается несколько довольно больших весьма популярных среди туристов карстовых полостей — пещера-попкорн Партизанская (длина 230, глубина 27 м), вскрытые пещеры Бинбаш (длина 110 м), Гугерджин (60 м, 20 м) и Суук (210 м, 43 м). Они сформировались как подрусовые каналы стока на глубинах 10—50 м от поверхности, затем были вскрыты наложившимися на эрозионную сеть карстовыми воронками и нивально-коррозионными шахтами. Планы и описания этих полостей приведены в работах [24, 80].

С правыми притоками основной долины генетически связана шахта-попкорн Ход Конем длиной 95 м, глубиной 213 м (рис. 7, д). Она состоит из серии внутренних колодцев и шахт глубиной от 10 до 35 м, соединенных узкими круто наклонными ходами. Верхняя часть полости за-

ложена в неслоистых известняках исключительно по тектоническим трещинам, средняя — в толстослоистых известняках по тектоническим трещинам и трещинам напластования. Ниже полость переходит в слоистую толщу известняков, несколько выполаживается и в плане образует сложную спираль. В целом шахта контролируется древним разломом, вдоль которого сформировалась кальцитовая жила мощностью до 1,2—1,6 м. На глубинах 86 и 145 м шахта вскрыла раздувы, выполненные желто-бурой глиной с отдельными кварцевыми зернами, черными оолитовыми стяжениями гидроокислов марганца и кристаллами исландского шпата (длина до 15 см) [206]. Палеотемпературные исследования показали, что эти кристаллы были сформированы субтермальными водами, нагретыми до 50—55°С.

Неподалеку от центральной долины нижнего плато расположена одна из самых крупных карстовых полостей Крыма — вскрытая пещера Бездонная длиной 244 м, глубиной 195 м (рис. 7, е). Вход в нее сформировался в результате провала дна крутостенной карстовой воронки над куполом пещеры. Вследствие длительной обработки дождевыми и тальными водами образовался сплошной 140-метровый вертикальный ствол шахты, осложненный на глубинах 20—30 м глубокими карстовыми карманами, на глубинах 60—80 м — огромным раздувом, напоминающим расширение лампового стекла. Со дна шахты начинается наклонная часть полости. Северная часть полости более пологая. На стенах и сводах наблюдаются многочисленные напорные купола и ниши, на стенах — редкие натеки.

От центрального зала на юго-запад уходит более чем 100-метровая галерея с параболическими сводами, великолепно обработанными водой. Галерея в дальней части полностью заполнена обломочным материалом и водно-механическими отложениями. После многолетних раскопок симферопольские спелеологи вышли в новую часть полости. Здесь галерея прерывается неглубоким колодцем, на дне которого расположен зал с периодическим водооток. После зимних снегопадов на дне шахты образуется снежный конус высотой до 15 м, а на бортах входной шахты местами формируются ледяные сталактиты длиной до 10 м. Летом в Бездонной пещере

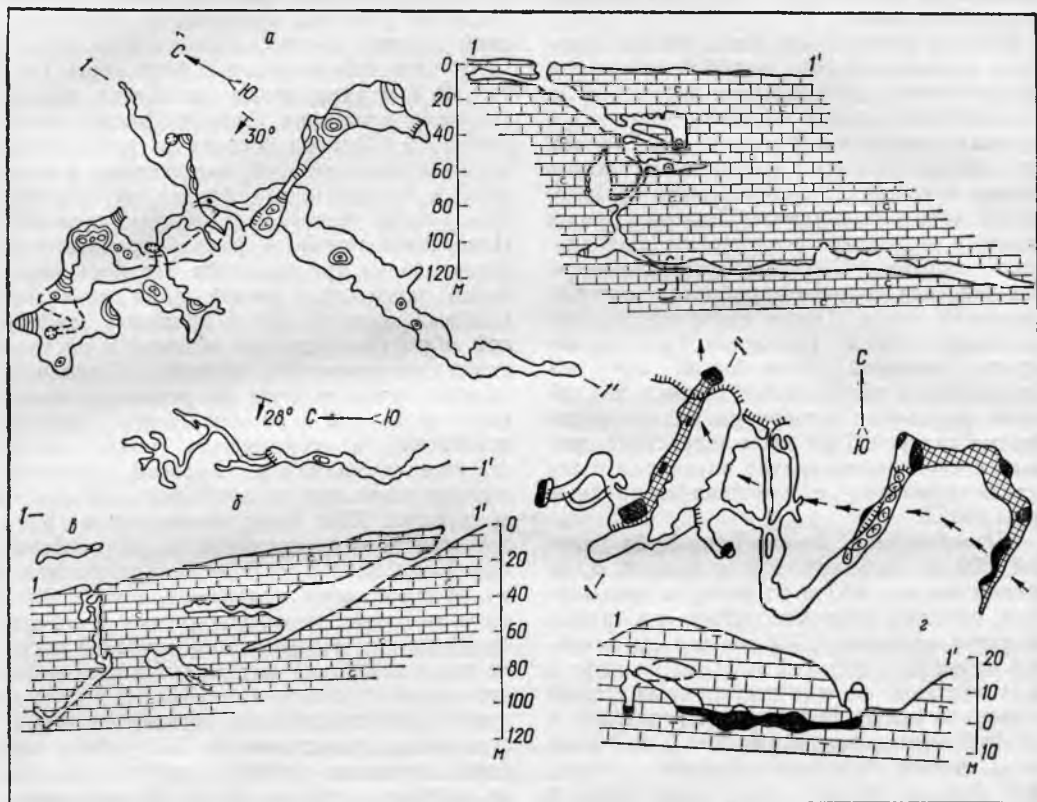


Рис. 8. Карстовые полости Чатырдагского карстового района (планы и разрезы): а — Эмине-Баир-Хосар; б — Эмине-Баир-Коба; г — Горшенина; з — Ланская (условные обозначения см. на рис. 4)

сохраняется лишь несколько ванночек с водой. В паводок в северный зал из небольшого отверстия в своде низвергается целый водопад. Следы длительного стояния подземных вод на высоте до 4 м от пола свидетельствуют о периодическом подтоплении пещеры. В составе тяжелой фракции водно-механических осадков пещеры содержится 21 минерал [86]. Все они наблюдаются и в тяжелой фракции вмещающих известняков. Это ставит под сомнение предположение С. А. Ковалевского о том, что карстовые полости Чатырдага были закольматированы моренным материалом древнего ледника, некогда сползавшего на территорию современного Горного Крыма из более приподнятой Понтиды, сложенной изверженными породами, а также аргил-

литами и песчаниками таврической серии [125].

В нижней части эрозионной системы Чатырдага расположена сложная и еще не полностью исследованная система полостей Эмине-Баир. Самая древняя ее часть — вскрытая пещера Эмине-Баир-Хосар длиной 1460 м, глубиной 125 м (рис. 8, а). Провальный вход в пещеру находится на северном склоне Чатырдага. Однако все галереи, образующие довольно сложный разноуровневый лабиринт, направлены не к ближайшему эрозионному врезу (балка Биюк-Янкой), не к источнику Аян (перепад высот более 600 м), а внутрь горного массива, к югу и юго-западу. Такая ориентировка многих карстовых полостей Чатырдагского массива пока не

находит убедительного палеогеографического объяснения.

Пещера Эмине-Баир-Хосар богато украшена всевозможными водно-хемогенными образованиями: от огромных диаметром до 5 м натечных колонн до уникальных кальцитовых кристаллов и геликтитов. Так как все стены полости покрыты натечками, данные о геологических условиях ее залегания довольно скудные. Пещера образовалась в результате поглощения поверхностного водотока. Подземный сток на некоторых участках полости приобретал местный сифонный напор. После прекращения постоянного стока (вероятно, вследствие утраты питающих водосборов) началась аккумуляция карбонатных отложений, которые разделили пещеру на ряд изолированных галерей. При этом вследствие прорыва стенок неоднократно возникали и исчезали обвальнo- и плотинно-подпрудные гурь [80].

Пещера-понор Эмине-Баир-Коба длиной 800 м, глубиной 150 м (рис. 8, б, в) расположена в 450 м от входа в предыдущую полость, непосредственно на днище древнего водотока. Она состоит из основной круто наклоненной входной галереи и двух довольно сложно построенных этажей в дальней части. Верхний этаж пещеры и его фрагменты, сохранившиеся в ближней части, имеют сифонный характер. Окружные каналы пещер Эмине-Баир-Коба и Эмине-Баир-Хосар часто заполнены хорошо окатанной известняковой, кварцевой и песчаниковой галькой, сцементированной карбонатным цементом. Происхождение этой гальки и этапы ее неоднократного перееотложения в эрозийной сети, поверхностных и подземных карстовых формах нижнего плато — одна из палеогеографических загадок Чатырдага.

Непосредственным продолжением галерей пещеры Эмине-Баир-Коба являются наклонные ходы вскрытой пещеры Горшенина длиной 40 м, глубиной 80 м. Все три полости являются разновозрастными поглопителями одного поверхностного водотока. Установить время поглощения пока невозможно: конгломераты и песчаники на нижнем плато и водно-механические отложения пещер не содержат микро- и макрофауны.

Аянская пещера-источник длиной 550 м (рис. 8, г) расположена в субширотной

балке, заложенной вдоль крупного регионального разлома, срезающего Чатырдагский горный массив с севера и отделяющего от него изолированный блок горы Таз-Тау. В 5 м ниже входа находится выход Аянского источника (средний расход воды $0,59 \text{ м}^3/\text{с}$). Пещера состоит из пяти почти параллельных галерей, заложённых в различных тектонических блоках по опояривающему разлом трещинам с простиранием 40° . Поперечное сечение — равнобедренные или косоугольные треугольники. Нижняя часть ходов подтоплена водой либо завалена глыбами известняков и обильной щебенкой, образующейся при размыве и растворении тектонической брекчии. Основные галереи расположены на разных уровнях (от —10 до +12 м по отношению к выходу источника) и соединяются между собой сифонными каналами. Галереи, расположенные ниже выхода источника, полностью обводнены. Они были исследованы группой московских аквалангистов на расстоянии более 110 м [7]. В межень связи между обводненными галереями осуществляются по узким, недоступным для человека трещинам, по которым вода из более высоко расположенных юго-восточных галерей перетекает в северо-западные. В паводок пропускная способность трещинных ходов становится недостаточной. Карстовые сифоны начинают работать полным сечением, которое достигает 25 м^2 . Из них выносятся валуны диаметром более 10 см. Местная скорость движения подземных вод достигает при этом $3,0 \text{ м/с}$ (26.II 1963 г.). О существовании за сифоном сухих галерей свидетельствует частый прорыв через него воздушных пузырей. В самые крупные паводки при расходе подземного потока более $20 \text{ м}^3/\text{с}$ пещера затапливается почти полностью.

Генетическое единство карстовых водонесных систем Чатырдага и системы галерей Аянской пещеры несомненно. Балансовые расчеты свидетельствуют о том, что через Аянский источник разгружается практически весь подземный сток, формирующийся на нижнем и части верхнего плато (несколько более мелких источников на южных, западных и восточных склонах имеют свои, ограниченные площадью склона, области питания). Однако пути движения подземных вод к Аянскому источнику до сих пор не выяснены.

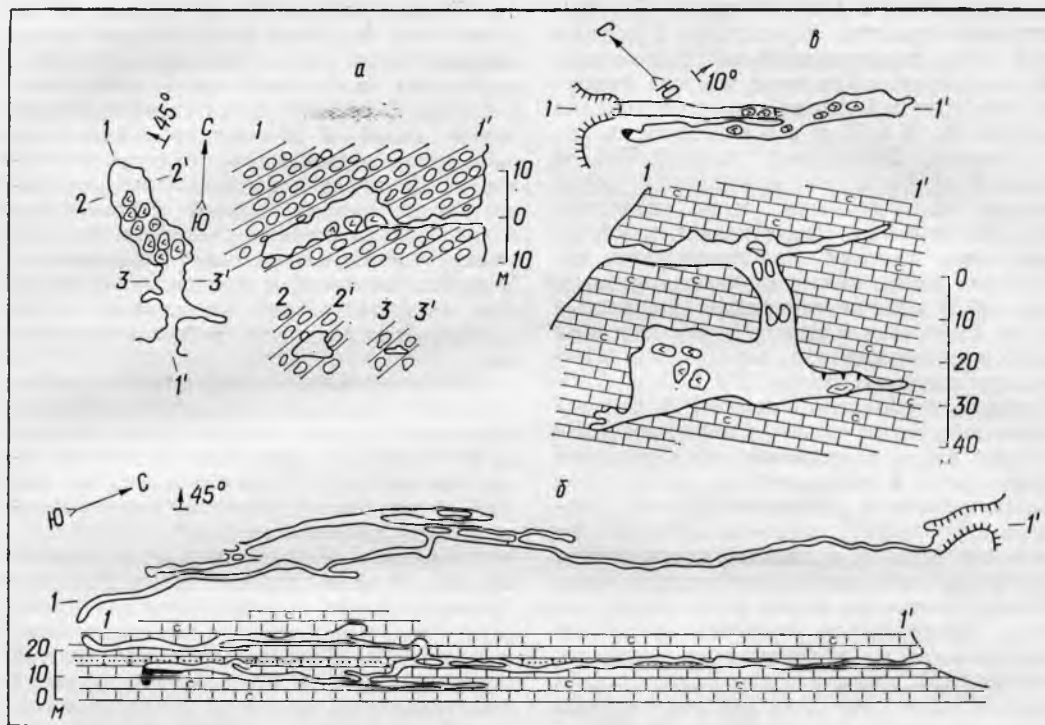


Рис. 9. Карстовые полости Демерджинского карстового района (планы и разрезы): а — Джурла; б — Джур-Джур; в — Малой Академии (условные обозначения см. на рис. 4)

Демерджинский карстовый район (71,0 км²) расположен в пределах Демерджинского горного массива. В районе известно 15 полостей (плотность закарстования 0,2). Они примерно поровну представлены нивально-коррозийными и коррозийно-эрозийными формами. Среди подземных полостей массива наиболее интересны пещера-понор Джурла, пещеры-источники Джур-Джур и Малой Академии.

Пещера Джурла длиной 60 м (рис. 9, а) расположена на южном склоне массива под одним из водопадов в верховьях балки Сотера. На этом участке в толще неслоистых и толстослоистых известняков наблюдаются мощные (40—60 м) прослои средне- и мелкогалечниковых конгломератов. В составе гальки преобладают аркозовые, полимиктовые и кварцевые песчаники, алевролиты, сланцы, кварциты, реже известняки, порфириды и граниты. Тип цемента — песчано-глинистый, контактовый.

Среднее содержание нерастворимого остатка в породе 53% (в отдельных пробах от 15 до 75%). Основная его часть представлена SiO₂ (60—73%) и Al₂O₃ (24—40%).

Пещера состоит из широкого, но довольно низкого (1,0 м) входного коридора длиной 20 м, который приводит к глыбовому завалу, образованному блоками и глыбами конгломерата размерами до 80 м³, вывалившимися со свода по трещинам с простиранием 40 и 310°. Глыбы сцементированы глинисто-карбонатными отложениями. Этот завал почти полностью перекрывает дно зала площадью 150 м², выработанного в конгломератах. На стенах зала наблюдаются многочисленные карманы и ниши, местами украшенные карбонатными натечками. Пол в дальнем конце зала покрыт хорошо отмытой кварцевой галькой. На стенах полости видны следы ежегодного подтопления на высоту до 3 м от пола. Через пещеру Джурла часть поверх-

ностного стока с южного склона Демерджинского массива переводится в подземный сток, направленный на северо-запад. На юго-западных склонах массива известно еще три небольших пещеры-источника длиной 14, 26 и 52 м в конгломератах.

Пещера Джур-Джур длиной 750 м (рис. 9, б) расположена в правом борту долины р. Улу-Узень выше водопада того же названия. Представляет собой узкую, лишь местами расширяющуюся, наклонную щель, заложенную на протяжении 500 м в пачке песчаников мощностью 0,4 м, заключенной между двумя пластами оксфорд-кимериджских известняков. Песчаники содержат более 75% SiO_2 и Al_2O_3 и имеют карбонатный цемент. В дальней части пещера переходит в лежащие выше и ниже пачки известняков, образуя в них также узкие и очень сложные по конфигурации галереи и сифонные каналы. В пещере преобладают водно-механические отложения (песок), в дальней части кое-где наблюдаются размытые карбонатные коры. Пещера заложена вдоль небольшого разлома, подвижки по которому продолжались и после ее формирования. Особенно хорошо это видно в верхней ныне сухой галерее, западная часть которой смещена по отношению к восточной на 15—20 см. Шов смещения заполнен кальцитовыми натеками.

Пещера Джур-Джур является ярким доказательством коррозионно-эрозийного происхождения крупных карстовых полостей. Ее галереи, как и ходы описанных выше пещер-источников Узунджи и Соколинской, формируются в толщах, менее всего способных разрушаться только коррозионным путем; они великолепно размываются мощными (в паводок до 2—8 м³/с) подземными потоками. Образующийся при растворении и размыве конгломератов и песчаников „ложный” аллювий выносится этими потоками в нижние части пещер, заложенные в чистых известняках. Песок и галька, переносимые потоком, производят значительную абрадирующую работу и способствуют быстрой выработке широких галерей в известняках.

Пещера Малой Академии (другое ее название МАН — Малая Академия наук — научное общество крымских школьников старших классов) расположена на крутом западном склоне Демерджинского массива.

Длина пещеры 18 м, глубина 37 м (рис. 9, в). Верхний этаж пещеры представляет собой полого наклоненный сифонный канал, заложенный вдоль небольшого разлома. В средней части находится глыбовый завал с 30-метровым колодцем, выводящим в нижнюю более широкую галерею. Ее днище завалено глыбами известняка, покрыто глиной и натеками. В пещере обнаружены святилище и интересное местонахождение позвонковых. В настоящее время в пещере нет постоянных водотоков. Лишь на нижнем этаже наблюдается несколько небольших ванночек.

Долгоруковский карстовый район (118,6 км²) расположен в пределах Долгоруковского горного массива. Здесь известно 27 карстовых полостей (плотность закарстования 0,2). Большая часть из них (60%) относится к нивально-коррозионному генетическому классу.

В отличие от всех остальных горных массивов Крыма значительная часть плато Долгоруковского массива сложена слабо карстующимися оксфорд-кимериджскими отложениями. Они представлены толщей переслаивавшихся песчаников, кварцевых известняковых конгломератов и тонкоплитчатых известняков, смятой в сложные складки. На северной части массива на этой толще с угловым несогласием залегает толща титонских известняков, сначала глинистых и песчанистых, в более верхних горизонтах чистых брекчиевидных и конгломератовидных. Титонская карбонатная толща имеет общее спокойное падение на северо-запад с постепенным выполаживанием от 15—20° в центральной до 4—5° в северных частях массива. Долгоруковский массив разбит на блоки тектоническими нарушениями северо-западного (310°) и северо-восточного (40—50°) простираний. Геологические и геофизические исследования показали, что с востока на запад происходит ступенчатое погружение известняковых блоков под нижнемеловые аргиллиты, алевролиты и песчаники, выполняющие Салгирскую эрозийно-тектоническую депрессию [48].

В южной части Долгоруковского массива находится водосбор р. Суботхан. Продолжение долины реки в зоне развития титонских известняков носит уже не эрозийный, а карстово-эрозийный облик. Древ-

няя долина длиной около 5 км распадается на ряд замкнутых карстовых котловин. В каждой котловине есть шахта-попоз (Аверкиева, Марченко, 30 м, 35 м и др.), поглощающая сток, формирующийся в пределах котловины (или ее части), а также немногочисленные нивально-коррозионные колодцы. На границе карстующихся и некарстующихся пород находится современный поглотитель поверхностного стока р. Суботхан — шахта-попоз Провал. Все эти вертикальные полости связаны с Красной пещерой, заложенной в титонских известняках центральной и северной частей Долгоруковского массива.

Шахта-попоз Провал длиной 1150 м, глубиной 104 м (рис. 10, а) расположена в левом борту долины р. Суботхан. Ее верхняя часть на глубину до 40 м заложена в круто падающих (угол 40°) пластах известняков в основном по трещинам напластования. Миновав зону дробления и небольшой разлом, полость переходит в блок, в котором известняки с прослоями песчаников мощностью 0,4—1,5 м наклонены на северо-запад под углом 20° . На протяжении более 300 м ходы шахты наследуют вертикальные тектонические трещины, пересекающиеся почти под прямым углом. Далее шахта дважды переходит из блока в блок, пересекая зоны дробления. На участках, где галереи заложены в пачках песчаника, преобладают низкие ходы с горизонтальными или слабо наклонными толчками и прямоугольными сечениями. Высота галерей зависит от мощности прослоя песчаника. Сводом и полом служат отпрепарированные эрозией и почти не затронутые коррозией поверхности пластов известняков. Ширина галереи зависит от гидродинамических условий и составляет в среднем 3,0—3,5 м. При большей ширине начинаются обвалы свода, особенно частые в зоне тектонических нарушений. На участках, заложенных в известняках, формируются узкие (0,2—0,5 м) и высокие (до 5—6 м) щелевидные ходы с несколькими четкообразными расширениями. Очевидно, это генетические аналоги этажно расположенных галерей Красной пещеры.

Дальняя часть шахты Провал представляет собой комбинацию двух описанных типов галерей. Кончается шахта непроходимым глыбовым завалом. Отсюда до Пятого обвального зала Красной пеще-

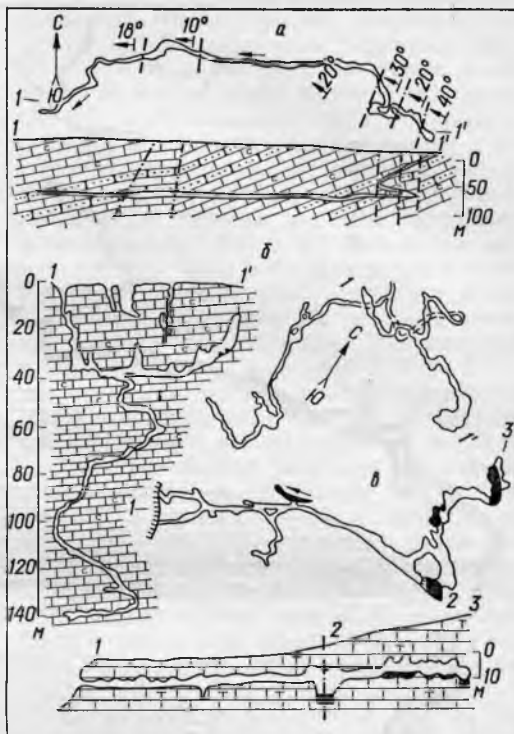


Рис. 10. Карстовые полости Долгоруковского карстового района:

а — Провал (план и развертка); б — Аверкиева (план и разрез); в — Ели-Сала-III (план и развертка) (условные обозначения см. на рис. 4)

ры около 1,5 км. Генетическое единство этих полостей доказано неоднократными опытами с окрашиванием [90]. Меженный сток в шахте Провал поддерживают два источника, выходящие на глубинах 80—100 м из трещинных зон. В паводок в шахту поступает часть водотока р. Суботхан (расход до $5,0 \text{ м}^3/\text{с}$).

Шахта-попоз Аверкиева длиной 405 м, глубиной 145 м (рис. 10, б) расположена в нижней части древней долины р. Суботхан, почти у ее выхода на западный склон массива. До глубины 40 м она представляет собой серию внутренних колодцев глубиной 6, 4, 16 м, соединенных короткими наклонными ходами. С глубины 40 м полость развита по слабо заметным на поверхности трещинам напластования в толстослоистых известняках. Наклонный хорошо промытый

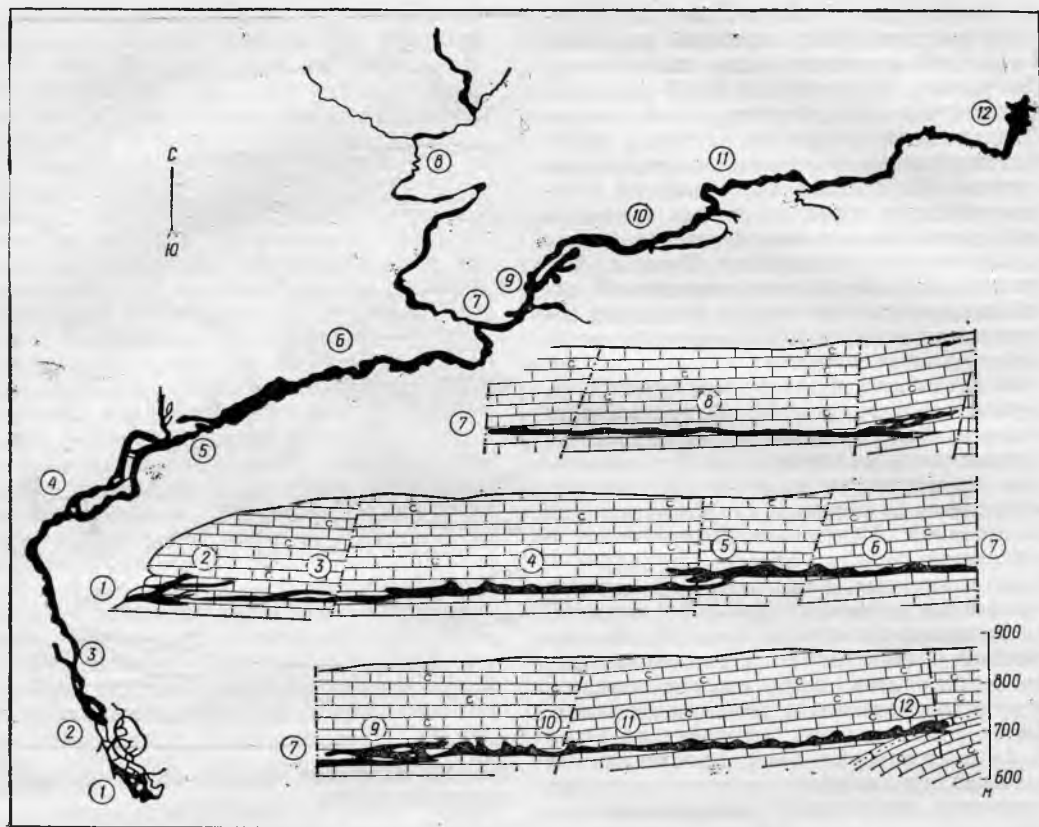


Рис. 11. Красная пещера Долгоруковского карстового района (план и развертка):

1 — вход; 2 — ближняя часть пещеры; 3 — Первый сифон; 4 — Обвальный зал; 5 — зал Сказок; 6 — Второй сифон; 7 — развилка; 8 — галерея Нависающих сводов; 9 — Третий сифон; 10 — Четвертый сифон; 11 — Пятый сифон; 12 — Пятый обвальный зал (условные обозначения см. на рис. 4)

ход диаметром от 0,8 до 2,0 м образует в плане сложную спираль, которая несколько раз прерывается вертикальными колодцами глубиной 5—7 м и уходит на глубину 145 м. На горизонтальных участках и в эрозионных котлах накапливаются водно-механические отложения — в верхней части полости галька, в нижней — песчано-глинистый материал. Местами обломочные и аллювиальные отложения сцементированы карбонатными натечками. В шахте обнаружено местонахождение костей позвоночных позднелицен-раннеплейстоценового возраста (табл. 8).

Красная пещера-источник длиной 13 100 м, глубиной 135 м (рис. 11) самая

длинная пещера в известняках в СССР. Ее детальное описание может быть предметом специальной публикации. Приведем лишь основные данные о геологии, гидрогеологии и морфологии этой пещеры.

Красная пещера начинается двумя входами на уровне второго и пятого этажей, открывающимися на крутом южном склоне долины р. Краснопещерной. В 17 м ниже, почти на контакте с подстилающими оксфорд-кимериджскими песчаниками и конгломератами, расположена туфовая площадка (объем туфов более 400 тыс. м³), на которой выходят источники, дающие начало р. Краснопещерной (средний расход воды 0,15 м³/с).

Ближняя часть пещеры на расстоянии до 200 м в глубь массива от входов была известна еще первобытному человеку и неоднократно описывалась в литературе [66, 202, 282 и др.]. Однако лишь в 1958 г. после начала работ Комплексной карстовой экспедиции были установлены ее истинные размеры. Общая длина ближней части Красной пещеры 2,5 км. Она имеет шесть четких этажей с превышением одного над другим от 4 до 10 м. Наиболее развиты V, III и II этажи. Очевидно, они формировались в периоды длительных задержек сводовых поднятий центральной части Горного Крыма. Эти этажи представляют собой субгоризонтальные галереи, иногда почти прямые (II этаж), местами образующие довольно сложные лабиринты (III—V этажи); VI и IV значительно короче и связаны с другими этажами вертикальными колодцами и сифонными каналами.

Все шесть этажей заложены вдоль регионального разлома — продолжения разлома, срезающего на севере Чатырдагский массив. Наиболее удален (на 100 м) от плоскости разлома VI этаж. Нижние этажи постепенно приближаются к разлому по системе круто наклонных трещин скальвания. I этаж местами заложен вдоль отпрепарированной плоскости сместителя, а современный водоток даже переходит на уровне туфовой площадки в северо-западный блок. Ближняя часть пещеры использовалась в VII—VI вв. до н. э. как святилище, в III—IV вв. н. э. как хранилище продуктов [67, 274]. По I этажу в 200 м от входа протекает подземная река, уходящая в сифон. В паводок вода подтапливает и II этаж. Натечные отложения в ближней части пещеры почти не сохранились. На отдельных участках пещеры имеются обильные водно-механические отложения.

В 1957 г. симферопольские спелеологи обнаружили и прошли почти 200-метровый ход, являющийся непосредственным продолжением II этажа. Он вывел ко второму участку подземной реки и Первому сифону. В 1958 г. сифон был успешно преодолен и началось исследование Дальней части полости.

На участке от Первого сифона до Второго обвального зала (рис. 11) пещера по-прежнему проходит вдоль разлома с простиранием 40°. Здесь развиты I, II и ча-

стично III этажи в основном сифонного характера. Лишь у крупных разломов формируются обвальные залы высотой до 30—40 м. На этих участках на стенах залов прослеживаются лишь фрагменты этажей. От Второго обвального зала пещера постепенно поворачивает на юго-восток и состоит из коленообразных участков, разбитых по тектонической трещиноватости, опирающей две крупные системы нарушений с простиранием 310 и 40°. Иногда на расстоянии 40—100 м в стенках залов и галерей обнажаются отпрепарированные водой сместители нарушений. На участках между крупными тектоническими нарушениями пещера имеет средний уклон 1° 30' — 2° 30', что свидетельствует о хорошей выработанности ее продольного профиля. У нарушений образуются каскады высотой до 20 м.

Главная галерея Красной пещеры завершается Пятым обвальным залом длиной 80 м, шириной до 60 м, высотой до 40 м. Здесь впервые появляются пачки песчаников, характерные для разреза титона центральной части Долгоруковского горного массива. Под глыбовыми навалами Пятого обвального зала начинается Шестой сифон, проходимые продолжения которого пока не обнаружены.

На участке от Второго до Пятого обвальных залов в главную галерею открывается несколько боковых притоков. Один из них, очевидно, связан с галереями шахты Аверкиева, второй наиболее протяженный, дренирует поверхностные водосборы центральной части Долгоруковского плато, третий связан с шахтой Марченко. На всем протяжении пещеры четко прослеживаются I и II этажи (I этаж иногда образует сифоны длиной от 5 до 100 м). VI этаж прослеживается только до вероятного места выхода в главную галерею шахты Аверкиева, V и IV этажи — до шахты Марченко, III и II этажи — до шахты Провал. Это позволяет реконструировать историю формирования Красной пещеры при регрессивном смещении вверх по течению р. Суботхан зон поглощения поверхностного стока [80].

Дальняя часть Красной пещеры очень богата почти всеми типами пещерных отложений. Особенно разнообразны водно-механические и водно-хемогенные отложения [86]. Из тяжелой фракции пещерного аллювия описано 24 минерала. Вниз по

подземному потоку происходит не только естественное обогащение шлиха (выход тяжелой фракции из проб пещерного аллювия в среднем составляет 3,7% массы исходной пробы, хотя в других пещерах достигает 15—18%), но и изменение его минерального состава. В частности, во всех древних или современных сифонных выбросах увеличено содержание минералов с плотностью более 3,5 (циркон, гранат, рутил, лейкоксен). Изучение гранулометрического состава различных полей водномеханических отложений дало ценную информацию о палеогидрогеологии Красной пещеры.

В межень подземная р. Краснопещерная состоит более чем из 70 эрозионно-проточных и плотино-проточных озер. Запасы зарегулированной в них воды составляют всего 15 тыс. м³. В паводок уровень воды в отдельных галереях поднимается на 6—8 м и вместимость системы возрастает до 80—250 тыс. м³. Эти запасы на протяжении 5—8 сут срабатываются и пещера опять входит в меженный режим. В Красной пещере неоднократно проводились полустационарные гидрохимические, геофизические и гидрологические наблюдения.

Первые три километра Красной пещеры намечено оборудовать для туризма. Институт Союзкурортпроект (г. Москва) подготовил технический проект комплекса „Красная пещера“, связанного с поверхностью 600-метровым тоннелем.

Красная пещера является естественной дренажной, собирающей сток со значительной площади (10 км²) Долгоруковского массива [48]. С остальной площади, в частности со склонов между отдельными тектоническими нарушениями на бортах Салгирской депрессии, получают сток другие карстовые водоносные системы. Например, на западном склоне массива находится сложная сифонная пещера Туфовая близ входа в Красную пещеру (разведана с применением акваланга на 100 м), пещера Алешина Вода (разведана на 500—550 м) и, наконец, расположенная в наиболее опущенном карбонатном блоке пещера-источник Ени-Сала-III длиной 410 м (рис. 10, в). Привходная часть ее главной галереи заложена по приразломной зоне тектонической трещиноватости. Средний участок развит по системе параллельных трещин, отстоящих одна от другой на 4—10 м. На за-

пад и восток отходят два узких канала. Дальние участки пещеры резко отличаются по морфологии. Они заложены преимущественно вкрест простирающих господствующей тектонической трещиноватости по мелким внутрипластовым трещинам. Переход от плоскости одной трещины в плоскость другой осуществляется по округлым отверстиям, выработанным напорными водами. Нижняя часть пещеры обводнена, верхняя — подтапливается в паводок.

Над пещерой Ени-Сала-III были проведены геофизические исследования [48]. Использовался метод срединного градиента АВ_{фикс} схемой спаренной установки. Профилирование проводилось по сетке с расстоянием 20—40 м между профилями и 3—5 м между точками на профилях, с разностями АВ, равными 130—210 м. На карте кажущихся удельных электрических сопротивлений, построенной по данным электропрофилирования, выделяется несколько аномальных зон с ρ_k более 1000 Ом·м, соответствующих пройденным галереям пещеры Ени-Сала-III и их вероятным продолжениям.

Индикаторные опыты с окрашиванием подземных вод флуоресценным показали, что все эти пещеры, несмотря на близость к водосбору Красной пещеры, с ней не связаны. Таким образом, подтверждается гидрогеологическая роль крупных тектонических нарушений, часто являющихся барражами для подземных карстовых потоков.

Карабийский карстовый район (197,2 км²) занимает плато и склоны Карабийского горного массива. Здесь известно 245 полостей (плотность закарстования 1,2). Большинство из них (72%) различные нивально-коррозионные формы. 27,5% полостей — коррозионно-эрозионные формы, часто объединяющиеся в карстовые водоносные системы.

Среди нивально-коррозионных полостей выделяется шахта Курюч-Агач [139], представляющая собой огромный перевернутый усеченный конус (рис. 12, а). Глубина шахты 65 м. На дне начинается небольшой трещинный ход с каскадами по 10 и 15 м. Заложена шахта в толстослоистых известняках по двум взаимно перпендикулярным системам тектонических трещин. Морфологически весьма однообразна, имеет гладкие круто наклонные стенки и овальные сечения, площадь которых ко дну умень-

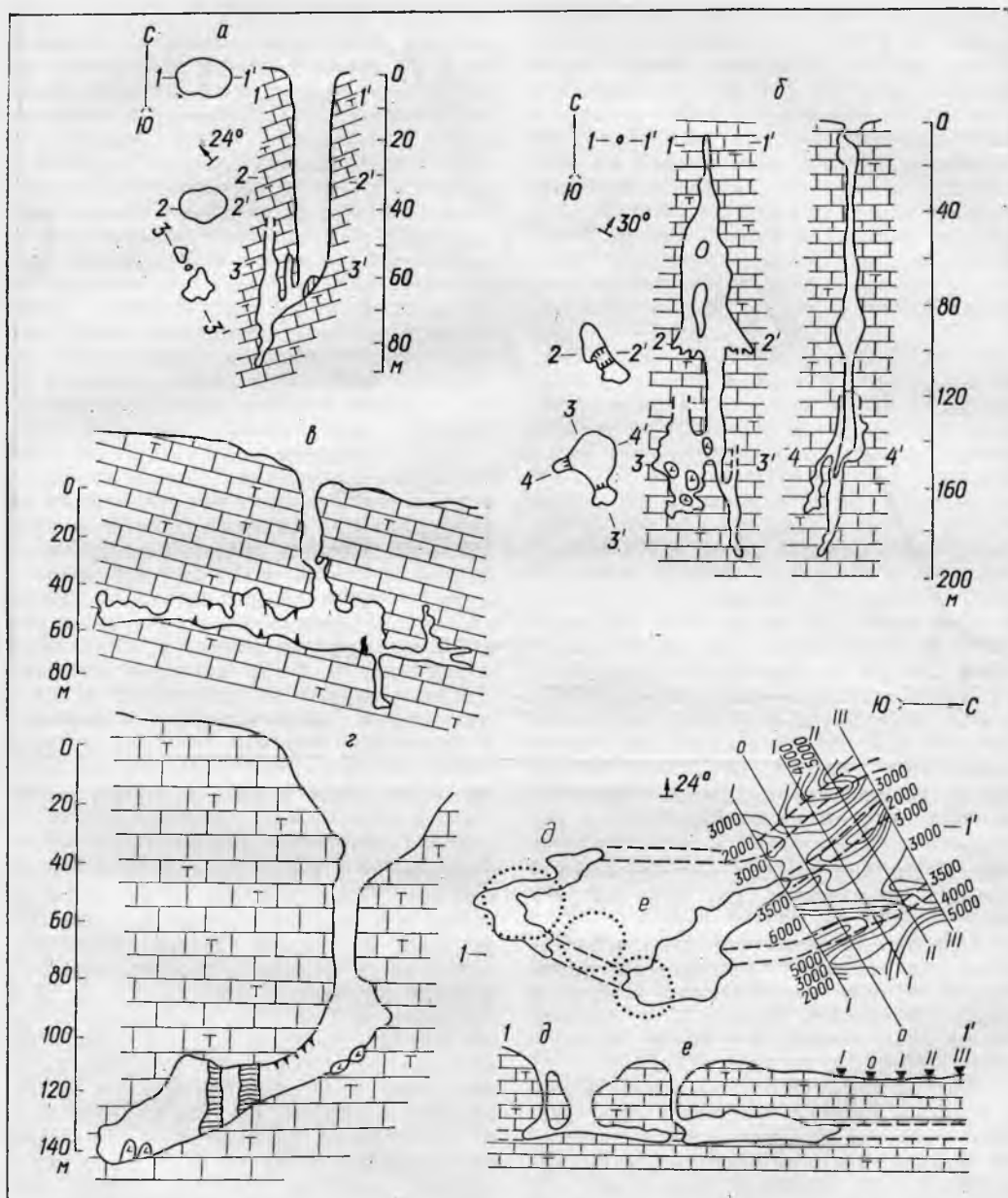


Рис. 12. Карстовые полости Карабийского карстового района (планы и разрезы):
 а — Курюч-Агач; б — Гвоздецкого; в — Кастере; г — Монастырь-Чокрак; д — Эгиз-Тинах-II; е — Эгиз-Тинах-III
 (условные обозначения см. на рис. 4)

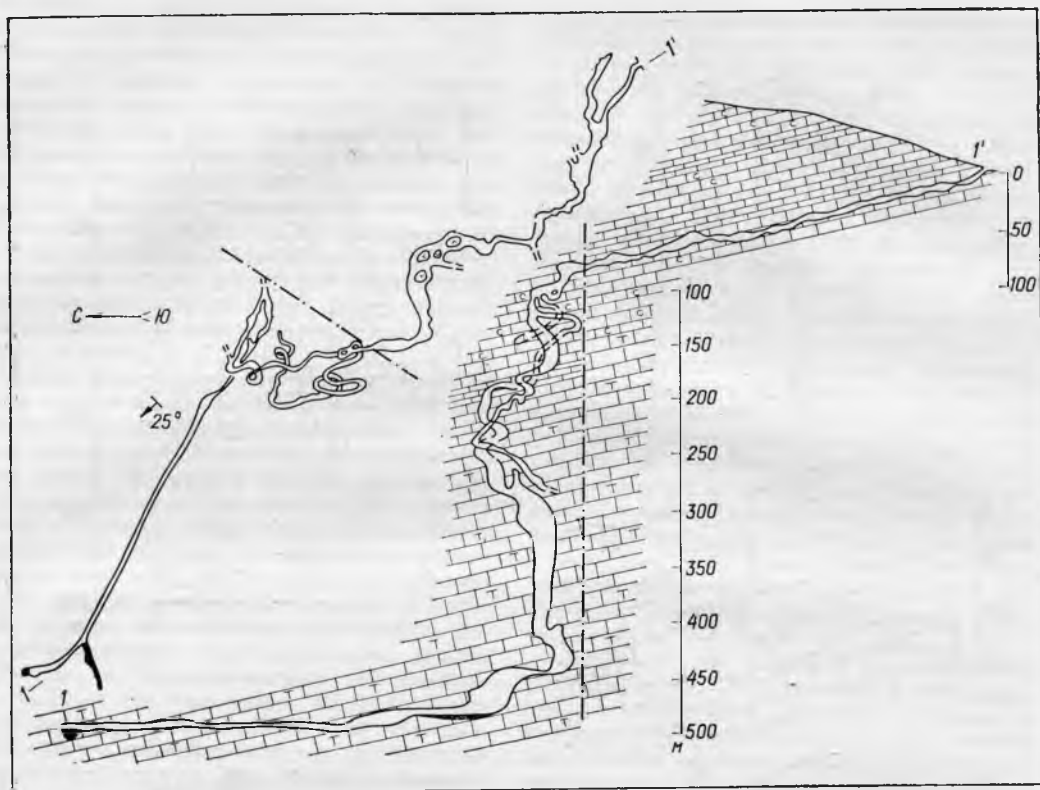


Рис. 13. Шахта-понор Солдатская Карабийского карстового района (план и развертка) (условные обозначения см. на рис. 4)

шается. На дне полости накапливается в больших количествах (до 200—400 м³) снег.

Коррозионно-эрозионные полости на Карабийском массиве представлены всеми типами. К типу шахт-поноров относятся шахты Гвоздецкого (длина 25 м, глубина 191 м), Молодежная (5 м, 261 м), Солдатская (1700 м, 500 м) (рис. 12, б, 13).

Шахта Гвоздецкого расположена в борту крупной воронки, которая в свою очередь наложена на борт древней эрозионной формы — долины Висячей. Шахта заложена в толстослоистых брекчиевых, а с глубины 100 м в конгломератных известняках вдоль крупного древнего разлома, по которому образовалась кальцитовая жила. Узкий вход, представляющий собой древний поглотитель поверхностного стока,

открывается в купол первого 20-метрового колодца. Между глыбами на дне этого колодца есть несколько лазов в купол 125-метровой внутренней шахты. Последняя заложена по трещине с простиранием 340° и имеет переменную ширину от 1 до 12 м при длине от 7 до 20 м. В центральной части шахты заклинены огромные глыбы известняка. На глубине 100 м крупноглыбовый завал полностью перекрывает шахту, образуя небольшой зал. На глубине 145 м от поверхности располагается обвальный зал площадью около 300 м². Его дно также покрыто глыбовым навалом. Между глыбами и в коренных стенках имеется несколько узких лазов, выводящих в колодцы, заканчивающиеся на глубинах 170 и 191 м. На глубине 180 м в южной стене шахты в желтой глине, заполняющей не-

большой раздвиг тектонической трещины, обнаружены хорошо ограненные кристаллы исландского шпата. Нижняя часть полости, судя по примазкам красной глины на стенах и глыбовом навале, некогда подтапливалась водой.

Шахта Гвоздецкого представляет собой генетический аналог вскрытой пещеры Кристалльной им. Г. А. Максимовича и пещеры-источника Скульской на Айпетринском массиве. Есть все основания предполагать, что ее ходы продолжают на значительную глубину под глыбовым навалом. Опыт преодоления таких завалов через параллельные колодцы, открывающиеся в стенах шахт небольшими окнами, приобретен в очень похожей вскрытой пещере Крымской длиной 60 м, глубиной 135 м на Карабийском массиве.

Шахта-попоз Солдатская расположена на востоке Карабийского массива в тальвеге временного водотока, основная часть водосборного бассейна которого заложена в слабо карстующихся органогенно-обломочных глинистых и песчаных известняках, песчаниках и карбонатных глинах. До глубины 120 м полость представляет собой довольно широкую (2—5 м) наклонную галерею, заложенную по трещинам напластования в тонкоплитчатых известняках. Галерея завалена глыбами известняка и разделена на залы, сообщающиеся узкими обводненными лазами. Наблюдаются натечные образования (сталактиты, сталагмиты), субаквальные отложения (забереги, кристаллы), скопления известняковой гальки, обильные отложения глины. С глубины 120 м в приразломной зоне расположен лабиринт узких наклонных ходов, соединенных десятками колодцев глубиной 9—30 м. На глубине 340 м вдоль разлома с простиранием 300° заложена 85-метровая шахта, по ступам которой стекает небольшой ручеек. Шахта переходит в узкую трещинную галерею длиной 380 м с постоянным водотоком на дне. Местами свод галереи снижается, образуя полусифоны. В 60 м от конечного сифона слева в галерею впадает небольшой приток. Температура воздуха сверху вниз нарастает от 5,2 до 8,0° С. Температура воды на дне 9,1° С [205]. Шахта Солдатская — самая глубокая карстовая полость Украины.

Открытие и исследование крупных шахт-попозов Крыма опровергло представления

гидрогеологов классической школы о наличии на глубинах 100—200 м от поверхности горных массивов единого уровня карстовых вод [44, 101, 266 и др.]. Опыты с окрашиванием, проведенные со дна шахты Солдатской, показали, что подземный сток на Карабийском массиве не контролируется рельефом водоупора, но подчиняется значительно более сложным законам, свойственным средам с двойной пористостью — трещинно-поровой в центральных частях карбонатных блоков и трещинно-карстовой в приразломных зонах [80].

Вскрытые пещеры Карабийского карстового района весьма разнообразны по морфологии и расположены на различной глубине от 10 до 100 м. Среди них находятся неоднократно описанные в литературе [48, 80, 139, 217] полости Тиссовая (длина 32 м, глубина 55 м), Кара-Мурза (50 м, 130 м), Крымская (60 м, 135 м), Карани (75 м, 40 м), Мамина (75 м, 27 м), Большой Бузлук (100 м, 81 м), Кастере (120 м, 67 м), Дахнова (128 м, 23 м), Эгиз-Тинах-III (135 м, 80 м), Эгиз-Тинах-II (170 м, 60 м), Дублянского (177 м, 88 м), Монастырь-Чокрак (207 м, 151 м), Мира (240 м, 135 м), Эгиз-Тинах-I (255 м, 60 м), Юбилейная (275 м, 50 м), Крубера (280 м, 62 м) и др. Горизонтальные ходы этих полостей трассируют древние направления подземного стока, а изучение их морфологии и отложений позволяет реконструировать характер и палеогидрогеологические характеристики последнего (расход, скорость).

Остановимся только на двух группах полостей, представляющих собой карстовые водоносные системы.

Система Кастере — Монастырь-Чокрак расположена под широким местным водоразделом субмеридионального простирания — останцом древней структурно-денудационной поверхности [252]. Нивально-коррозионная шахта глубиной свыше 40 м вскрыла купол центрального зала пещеры Кастере (рис. 12, а). К северу и югу от него отходят хорошо проработанные водой галереи с богатыми водно-хемогенными отложениями.

Вскрытая пещера Монастырь-Чокрак (рис. 12, б) расположена в 300 м к северу от пещеры Кастере. Глубокая цилиндрическая нивально-коррозионная шахта

вскрыла купол горизонтальной полости на глубине более 60 м. Пещера Монастырь-Чокрак имеет огромные размеры (объем около 53 тыс. м³). Она состоит из нескольких залов, соединенных относительно узкими проходами. Дно полости загромождено сейсмогравитационными отложениями, стены богато украшены натеками. В дальней части периодически существует небольшое озеро, уровень воды в котором иногда поднимается на 2—3 м.

Для установления связей между пещерами Кастере и Монастырь-Чокрак сотрудниками кафедры геофизики МГУ (под руководством Ю. И. Баулина) проведены геофизические исследования методом радиоволнового просвечивания, путем прослушивания полей широкополосных радиостанций, имеющих приблизительно одинаковую рабочую длину волны. Для каждой радиостанции измерялись максимальная горизонтальная составляющая (H_p), радиопеленг (угол Θ), вертикальная составляющая (H_z), угол наклона полного вектора \vec{H} (по минимуму приема — угол α). Выявленные аномалии H_p и H_z свидетельствуют о существовании между пещерами неизвестных полостей, очевидно, заполненных глинистым материалом.

Система Эгиз-Тинах расположена в долине того же названия, переуглубленной на 40 м по отношению к долине Висячей, где находится шахта-понор Гвоздецкого, и на 80—100 м по отношению ко входам в пещеры Кастере и Монастырь-Чокрак. Такой большой врез долины Эгиз-Тинах объясняется развитием в ее верховьях слабо карстующихся отложений. Объем стока, поступающего из ее южных и восточных притоков, превышал объем стока, поступающего с запада, по долине Висячей. В это время и заложилась мощные подрусловые каналы пещер Эгиз-Тинах-I, II, III (суммарная длина горизонтальных галерей 570 м). В связи с подземным перехватом стока в верхней и средней частях питающих водосборов (шахты-поноры и вскрытые пещеры Юбилейная, Гвоздецкого, Дахнова, Солдатская и др.) система Эгиз-Тинах была сначала обезвожена, а затем вскрыта карстовыми воронками и нивально-коррозионными полостями.

Единство всех трех полостей подтверждается их морфологией и материалами топосъемки, а существование неизвестных

продолжений — методами электропрофилирования и электроразведки по аномальным кажущимся удельным электрическим сопротивлениям порядка 300—6000 Ом·м (рис. 12, д, е) [48]. В системе Эгиз-Тинах имеются богатые водно-механические, водно-хемогенные и обваловые отложения. После весеннего снеготаяния система подтапливается на 1—2 м.

Пещеры-источники Карабийского района немногочисленны и мало интересны. Они расположены на западных склонах массива, в долине р. Суат (пещеры Мамут и Аджи длиной 30—90 м), на его северном склоне (Шан-Кая, 113 м). Единственная обводненная полость находится в верховьях р. Карасу-Баши над выходами крупного источника (средний расход воды 1,39 м³/с). Пещера Карасу-Баши длиной 20 м, глубиной 26 м представляет собой узкую, в нижней части обводненную на глубину более 20 м щель, из которой в паводок вырывается бурный поток. Обнаружить проходимые продолжения этой полости пока не удалось даже с использованием акваланга [7].

Восточно-Крымский карстовый район (30,0 км²) выделен авторами настоящей книги. К востоку от Карабийского горного массива Главная гряда представляет собой низкоросые, расчлененные на отдельные скалистые гребни, небольшие горные массивы и возвышенности. Водораздел состоит из нескольких возвышенностей, протягивающихся вдоль моря (Аю-Кая, Теркез, Перчем, Эчкидаг и др.). Известняки здесь развиты сравнительно слабо: рифовые толщи расположены вдоль западного замыкания Судакской синклинали и в пределах Туакского антиклинального поднятия. Эти массивы отпрепарированы эрозией, имеют крутые, местами отвесные борты. Поэтому карстовых полостей здесь мало. Спелеологами г. Феодосии на массиве Эчкидаг исследовано семь коррозионно-гравитационных полостей (плотность закарстования 0,2). Наибольшая из них шахта Ухо Земли длиной 65 м, глубиной 132 м заложена по трещине отседания шириной 0,3—0,8 м. Стены ее корродированы конденсационными водами, имеют различные водно-хемогенные образования — коры, отдельные сталактиты, „лунное молоко“, кораллиты [226]. Небольшие пещеры длиной 20—75 м известны в кораллово-водоросле-

вых известняках оксфорда на горе Алчак и на мысе Капчик близ пгт Судак.

Агармышский карстовый район (35 км²) расположен в пределах Агармышского горного массива. Последний сильно расчленен. Здесь выпадает мало атмосферных осадков. Поэтому общее количество подземных карстовых полостей также невелико — всего пять (плотность закарстования 0,1). Четыре из них представляют собой небольшие пещеры-поноры и пещеры-источники длиной от 5 до 45 м (Лисий Хвост).

Особняком стоит загадочная шахта Бездонная длиной 6 м, глубиной 42 м. Первое упоминание о сильной загазованности этой полости („Бездонный колодец“) приводится в работе А. Ф. Слудского и А. И. Спасо-Кукоцкого [230]. В 1964—1965 гг. ее изучал Ю. И. Шутов [270]. Шахта состоит из небольшого входного колодца глубиной 5 м, из-под свода которого начинается конусовидно расширяющаяся книзу главная шахта. Дно ее площадью 50 м² покрыто мелкоглыбовым навалом. Объем полости около 1,2 тыс. м³. В холодный период, когда полость проветривается за счет поступления с поверхности более плотного холодного воздуха, состав воздуха в ней не отличается от остальных карстовых полостей (О₂ 20,4, N 79,1, СО₂ 0,5%). В теплый период, когда естественная циркуляция воздуха ослабевает, воздух в шахте почти до входа загазован (О₂ 14,9, СО₂ до 4,0, СН₄ до 0,4%). Очевидно, подток углекислого газа и метана происходит по тектоническим нарушениям, которые отмечались в данном районе многими исследователями [38]. Некоторая часть углекислого газа может образоваться за счет окисления древесины и органических веществ, содержащихся в изобилии в глыбовом навале.

Шахта Бездонная на горе Агармыш единственная карстовая полость в Крыму, где отмечена опасная для жизни концентрация СО₂.

ПРЕДГОРНО-КРЫМСКАЯ КАРСТОВАЯ ОБЛАСТЬ

Предгорно-Крымская карстовая область находится на территории Крымской административной области УССР. В пределах

Внутренней (второй) и Внешней (третьей) гряд Крымских гор выделяются Бахчисарайский, Белогорский и Предгорный карстовые районы. Подземные карстовые формы пока известны лишь в первых двух.

Бахчисарайский карстовый район (470 км²) расположен в междуречье Черной и Мал. Салгира. Известно 20 карстовых полостей (плотность закарстования 0,04). Внутренняя гряда между реками Черной и Альмой сложена датскими и монскими мшанковыми, криноидно-мшанковыми, органогенно-обломочными пористыми, местами полуперекристаллизованными известняками общей мощностью 40—50 м. Выше залегают нижнеэоценовые глины и мергели, среднеэоценовые мергели (мощность некарстовых пород до 40 м) и нуммулитовые массивные известняки (мощность до 35—40 м). К востоку от долины р. Бодрака датские известняки размыты и в рельефе выражена только нуммулитовая куэста. Преобладают трещинный и порово-трещинный типы водопроницаемости. В пределах района выпадает 450—550 мм осадков, большая часть (до 60%) которых формируется в теплый период и испаряется. Поэтому наиболее благоприятные условия для развития карста существуют на участках, где вследствие ветрового перераспределения накапливается снег, а также там, где куэсты прорезают речные долины и их притоки. Здесь зафиксировано значительное поглощение поверхностного стока [250]. Летом закарстование возможно лишь после ливней, а также в результате конденсации влаги в трещинно-карстовых коллекторах [162].

Поверхностные карстовые формы в Бахчисарайском районе представлены каррами, понорами, карстовыми нишами, коррозионными воронками и единичными просядками.

Подземные карстовые формы представлены пещерами. Они заложены в 5—10 м ниже бровки уступов датской и нуммулитовой куэст. В настоящее время известно 20 пещер общей длиной более 1,5 км [91]. Наибольшая из них — Змеинная (длина 310 м, площадь 410 м², объем 1300 м³), Мангупская-1 (230 м, 450 м², 1050 м³) и Лисья (100 м, 50 м², 75 м³). Остальные пещеры имеют длину менее 100 м. Все пещеры слабо наклонены внутрь массива, зало-

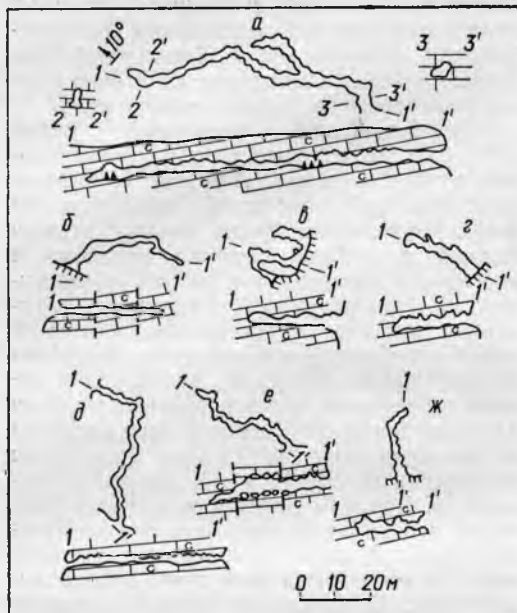


Рис. 14. Пещеры-поноры Бахчисарайского карстового района (планы и разрезы) [91]:

а — Мангупская-1; б — Мангупская-2; в — Голубиная; г — Летучий Мышей; д — Лисья; е — Марьянская; ж — Чокучра-4 (условные обозначения см. на рис. 4)

жены по крутым, часто вертикальным тектоническим трещинам с простираением 310 и 355° , а также по трещинам напластования. Морфология ходов в основном обусловлена влиянием тектонической трещиноватости. Характер продольных профилей пещер резко меняется в местах пересечения трещин разных направлений (рис. 14). Галереи в поперечном сечении имеют треугольную, реже овальную или прямоугольную форму. Ширина галерей не превышает $2-5$ м (средняя $1,7$ м), высота изменяется от $0,5$ до $7,0$ м (средняя $2,3$ м). На сводах пещер наблюдается большое количество куполов высотой от $0,5$ до $6,0$ м и шириной от $0,1$ до $2,5$ м.

В. П. Душевский [91] выделяет два генетических типа куполов — коррозионный и гравитационный. Купола коррозионного типа встречаются во всех пещерах. Они образуются при растворении известняков по вертикальным трещинам инфильтрационными и конденсационными водами. На

стенках наблюдаются карроподобные микроформы и отдельные кальцитовые образования (сталактиты, драпировки). Купола гравитационного типа встречаются в расширениях наиболее крупных пещер. На поверхности над пещерами иногда формируются просадки (Мангупская-1).

Днища пещер покрыты глыбово-щебнистыми гравитационными отложениями мощностью $0,5-2,5$ м и остаточной красной глиной. Данные по шурфам, пройденным в некоторых пещерах (Бахчисарайской, Змеиной и др.), свидетельствуют о довольно сложном строении их заполнителя, состоящего из переслаивающихся остаточных, гравитационных, натечных и водно-механических отложений.

В настоящее время все пещеры Внутренней гряды не обводнены и не влияют на распределение подземного стока. Питание небольших ванночек, иногда возникающих в углублениях пола, происходит конденсационно-инфильтрационным путем. Морфология полостей свидетельствует об их коррозионно-эрозионном генезисе. Это древние пещеры-поноры, образованные на протяжении антропогена за счет поглощения постоянного или временного стока. Врезание субширотных притоков рек Бельбека, Качи, Альмы, Бодрака, Салгира в подстилающие некарстающиеся меловые отложения привело к осушению пещер. Поперечные разрезы отдельных участков Мангупской-1, Змеиной, Лисьей пещер имеют четкоподобную форму, которая отражает древние эрозионные циклы формирования.

Карстовые полости изредка вскрываются при проведении земляных и строительных работ, разработке карьеров и пр. В. П. Душевский [92] описывает такие формы как карстовые колодцы. В соответствии с принятой нами терминологией они относятся к типу вскрытых пещер. Первая вскрытая пещера в Бахчисарайском районе описана А. А. Щепинским на западной окраине Симферополя [273]. Копанным колодцем вскрыта на глубине $2,5$ м от поверхности карстовая полость, заложена в нуммулитовых известняках. Ее вертикальный ствол глубиной 4 м переходит в небольшую горизонтальную камеру (рис. 15, а). Стены и своды полости увлажнены. На них наблюдаются мелкие карровые борозды и каверны.

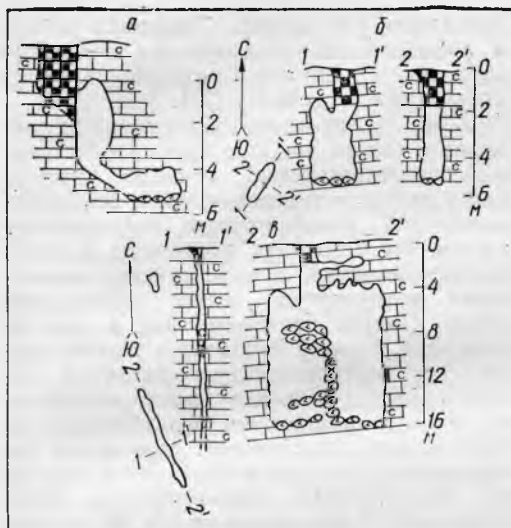


Рис. 15. Вскрытые пещеры Бахчисарайского карстового района (планы и разрезы) [92] (условные обозначения см. на рис. 4)

В 1969 г. В. П. Душевский обследовал аналогичную полость, вскрытую карьером близ с. Фонтаны. Она имеет глубину 5 м, внизу расширяется до 2,0 м (рис. 15, б).

В 1971 г. на западной окраине г. Симферополя при заложении траншеи под фундамент многоэтажного жилого дома вскрыта вертикальная полость глубиной 16 м (рис. 15, в). Она заложена вдоль тектонической трещины с простиранием 340° , имеет ширину от 0,2 до 1,0 м. На глубине 6,5 м от поверхности глыбы и щебень нуммулитовых известняков образуют пробку, разделяющую полость на две части. В. П. Душевский полагает, что подобные формы образуются в основном за счет конденсационных и инфильтрационных атмосферных вод.

Белогорский карстовый район (550 км²). В междуречье Зуи и Кучук-Карасу в верхнемеловых чистых, местами песчаных, известняках и палеогеновых нуммулитовых известняках известно много гротов. Подземные карстовые формы здесь немногочисленны. В районе с. Межгорья известно три пещеры, из которых наибольшая имеет длину 210 м. Она представляет собой узкую (2,0—2,5 м) и невысокую (0,5—1,5 м) галерею, местами двухэтажную.

В настоящее время пещера сухая. На дне наблюдаются отдельные натечные ванночки и галька известняка.

КАРПАТСКАЯ КАРСТОВАЯ ОБЛАСТЬ

Карпатская карстовая область расположена на территории Закарпатской административной области УССР. В пределах области карстующиеся породы распространены довольно широко, но обнажаются только в ядрах антиклинальных складок или слагают изолированные утесы-отторженцы неясного генезиса [39]. Это затрудняет более подробное карстологическое районирование, вследствие чего в пределах области выделены лишь Утесовый карстовый район и несколько участков (рис. 3).

Выходы триасовых отложений известны в Раховском массиве (доломиты и доломитизированные известняки мощностью 10—100 м), в бассейне р. Мал. Угольки (известняки слюдистые и мраморы голубовато-серые мощностью до 10—15 м) и Чивчинских горах (известняки серые доломитизированные мощностью 10—30 м, доломиты темно-серые мощностью 30—40 м).

Сведения о закарстованности триасовых отложений ограничиваются устными сообщениями И. Д. Гофштейна о существовании небольших пещер в Чивчинских горах и М. А. Клитченко о поглощении поверхностного стока в карстовой шахте на склоне горы Берлебашки близ г. Рахова. В карстовых карманах среднетриасовых известняков и доломитов на Раховском массиве (х. Рударня) встречены маломощные и бедные по содержанию глинозема бокситы. Все это свидетельствует о возможности нахождения погребенных карстовых полостей доюрского возраста.

Юрские отложения локализуются в пределах двух узких параллельных полос — Северной (Мармарошской зоны), протянувшейся от с. Долгого до Раховского массива, и Южной (Пеннинской или Утесовой зоны), прослеженной от пгт Перечина до р. Тересвы. Утесы Южной зоны сложены известняками неслоистыми и слоистыми, брекчиевидными и конгломератовидными, чистыми, доломитизированными, кремнистыми, песчанистыми или глинистыми мощ-

ностью от 5 до 50 м. На левом берегу р. Боржавы между селами Долгим и Задним известны задернованные воронки [209]. В карьерах Сваявского и Приборжавского участков обнаружены небольшие карстовые полости, развитые главным образом по тектонической трещиноватости, заполненные глиной. На Перечинском участке выявлены зоны поглощения современного стока в поноры и интенсивная циркуляция трещино-карстовых вод ниже уровня местного базиса эрозии [105].

Утесовый карстовый район (112 км²) расположен в междуречье Теребли и Тересвы. В южной части района в утесах гор Термокса и Чертеж на р. Мал. Угольке, сложенных верхнеюрскими известняками и известняковыми брекчиями, обнаружено несколько небольших пещер [260].

Значительно лучше изучены пещеры Северной зоны утесов. Из годового количества осадков 1316 мм 60% выпадает в теплый сезон. Устойчивый снежный покров устанавливается в среднем 3 декабря и сходит 30 марта. Средние запасы воды в виде снега составляют 126 мм, в отдельные годы возрастают до 170—220 мм. Годовое испарение составляет 500 мм, причем 78% приходится на теплый сезон [218]. Утесы Северной зоны достигают 500 м в длину, 100—200 м в ширину и 100 м в высоту. Сложены они плотными тонкозернистыми известняками келловейского, оксфорд-кимериджского и титон-валанжинского возраста. Среднее содержание (в %): CaO 53,8, MgO 0,59, SiO₂ 1,44, полуторных окислов 0,90. Утесы разбиты многочисленными вертикальными и круто наклонными трещинами с преобладающими простираниями 40—60 и 300—310°, возникшими или раскрытыми в результате послепалеогеновой фазы складчатости [55].

Верхнеюрские утесы заключены в меловых отложениях соймульской свиты, представленных алевролитами, аргиллитами, песчаниками, конгломератами с валунами гранита, галькой белого кварца и кристаллических сланцев. К северу от зоны Мармарошских утесов распространены нижне- и верхнемеловые некарстующиеся отложения раховской, буркутской и скуповской свит (карбонатный терригенный флиш и песчано-глинистые отложения), к югу — палеоцен-эоценовые некарстующиеся отложения (песчано-глинистый флиш,

аргиллиты, песчаники). Тектоника района и происхождение бескорневых верхнеюрских утесов трактуются различными исследователями по-разному [39].

Для карстолого-гидрогеологического анализа самым важным является бесспорный, подтвержденный данными буровых работ вывод о тектонической и геоморфологической разобщенности верхнеюрских утесов. Их основания заключены в слабо водопроницаемую, в ряде случаев практически водоупорную толщу соймульской свиты. Подток подземных вод к ним не возможен. Рельеф Угольского участка также не благоприятствует развитию закарстования. В поясе распространения карстующихся пород нет выровненных платообразных поверхностей, где могли бы проявиться нивально-коррозионные процессы. Значительная горизонтальная (0,8—1,2 км/км²) и вертикальная (до 400 м) расчлененность рельефа при небольшой площади карбонатных блоков (до 0,1 км²) препятствует инфильтрационному питанию с местных водосборов. Поэтому единственной поверхностью карстовой формой здесь являются немногочисленные желобчатые карры на крутых склонах известняковых утесов [107, 109].

Палеогеографический анализ свидетельствует о том, что формирование карстовых полостей Угольского района происходило при поглощении транзитного речного стока, а моделирование — за счет весьма скудного питания инфильтрационными и конденсационными водами.

Карстовые полости Утесового района расположены несколькими группами в утесах левого и правого склонов долины р. Мал. Угольки и правого склона долины р. Бол. Угольки на относительной высоте 65—408 м. Все они относятся к коррозионно-эрозийному генетическому классу [72, 89]. На северных склонах утесов находятся шесть пещер-поноров (рис. 16, а, б). Они характеризуются небольшими размерами (длина 10—35 м, площадь 12—120 м², объем 24—270 м³) и простой морфологией. Все пещеры заложены по тектоническим трещинам разных направлений. Их поперечные сечения обычно эллиптические, изредка осложненные узкими щелями и трубами. В пещере Загадке, заложенной в толстослоистых известняках, пол и потолок ровные. Древний уклон пола пещер-поно-

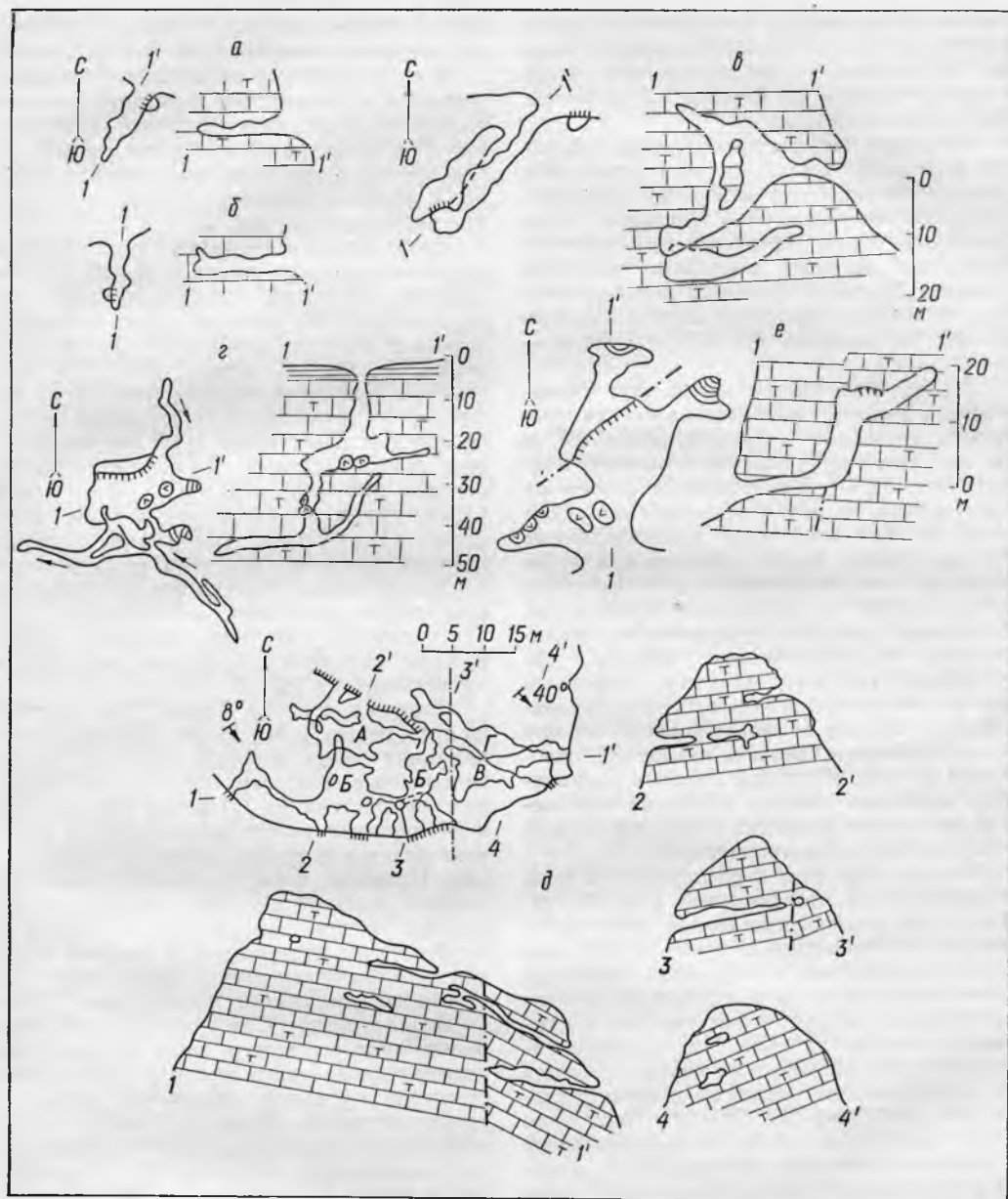


Рис. 16. Карстовые полости Утесового карстового района (планы и разрезы).

Пещеры - поноры: а - Чурь-2; б - Чурь-3; Вскрытые пещеры: в - Гребень; г - Дружба; д - карстовая система Белых Стен (А - пещера-понор Загалька, пещеры-источники: Б - Белокаменная, В - Жемчужная, Г - Прекрасная); е - пещера-источник Молочный Камень (условные обозначения см. на рис. 4)

ров на юг маскируют отложения суглинки или бурой глины с галькой кварца. Натечных образований в них обычно нет. Лишь в нишах и куполах изредка встречаются отдельные сталактиты.

Вскрытые пещеры расположены в верхней и средней частях склонов утесов. Их современные входные отверстия образованы вследствие денудации (пещеры Чурь, Каменный Мост, Гребень) или провала свода над системой карстовых полостей (пещера Дружба). Размеры вскрытых пещер меняются довольно широко (длина 15—220 м, площадь 25—405 м², объем — 65—2135 м³).

Пещера Гребень состоит из двух параллельных галерей, заложенных по тектоническим трещинам с простираем 40° и крутым (угол 60°) падением на северо-запад (рис. 16, в). По трещинам такого же простираения, но иного падения (под углом от 40 до 80°) заложены многочисленные купола и ниши. Морфология пещеры очень сложная, что обусловлено особенностями ее заложения и характером проработки. Подземный сток был направлен перпендикулярно к простираению пещеры. На отдельных участках возникал сифонный напор. Этими водами выработаны эфратационные купола и сформированы хорошо отсортированные песчано-глинистые отложения на дне. В пещере Гребень сохранились довольно богатые натечные отложения, представленные сталактитами, драпировками, каскадными натеками.

Пещера Дружба характеризуется еще более сложной морфологией (рис. 16, г). Вход в нее расположен на дне провальной воронки в отложениях соймульской свиты, перекрывающих склон утеса. Отвесный 20-метровый колодец в массивных юрских известняках выводит в большой зал с глыбовым навалом на полу. Под навалом начинаются несколько узких ходов, развитых по тектоническим трещинам с простираем 270—300, 340—20, 50—70°. Некоторые ходы заполнены плохо отсортированным щебнисто-глинистым материалом, в котором встречаются глыбы серо-зеленых серицито-хлоритовых палеозойских сланцев. Стены зала и отдельных ходов украшены сталактитами, геликтитами и каскадными натеками. Через пещеру протекают два небольших ручья, сливающихся под глыбовым навалом и уходящих в западную гале-

рею. В теплый период в пещере происходит активная конденсация.

К типу вскрытых пещер относится единственный в Карпатской карстовой области Каменный Мост. Это карстовый мост длиной 15 и шириной 20 м. На его сводах наблюдаются многочисленные ниши и купола, в которых местами сохранились древние каскадные натеки.

Пять пещер-источников расположены на южных склонах утесов в 10—25 м ниже входных отверстий соответствующих пещер-поноров. Их размеры также меняются довольно широко (длина 22—101 м, площадь 52—380 м², объем 100—1250 м³). Пещера Молочный Камень (рис. 16, е) заложена по трещинам напластования в грубослоистых известняках и по многочисленным крутопадающим трещинам с простираем 300—320 и 0—20°. 12-метровый купол, сформированный вдоль зоны дробления с затертыми обломками зеленых сланцев, соединяет нижнюю часть пещеры с верхним залом. Пещера богато украшена каскадными натеками, сталактитами, геликтитами. В натечных ванночках обнаружены пизолиты различных размеров и происхождения [82].

Сложная система Белых Стен состоит из трех пещер (рис. 16, д). Пещера Белокаменная имеет широкие округлые ходы, заложенные главным образом по трещинам напластования. Пещеры Прекрасная и Жемчужная заложены наискось к падению пластов и имеют сложную морфологию. Натечные коры, располагающиеся на разных участках системы, фиксируют несколько этапов заполнения ее глиной и карбонатным материалом. В нижней части ходов в карманах и нишах обнаружено местонахождение костей позвоночных [246].

Возраст пещер Северной утесовой зоны можно пока установить лишь на основании геоморфологического анализа, путем сопоставления уровней заложения пещер с уровнями девяти террас р. Тереблѣ [126], кичерским, подполонинским и полонинским денудационными уровнями [55]. Формирование пещер в наиболее высоко расположенных утесах, очевидно, произошло в раннем плистоцене — раннем плейстоцене. Галереи пещеры Дружбы сопоставляются с VIII—VII террасовыми уровнями, что позволяет датировать их ранним — средним плейстоценом.

ЗАКАРПАТСКАЯ КАРСТОВАЯ ОБЛАСТЬ

Закарпатская карстовая область расположена на территории Закарпатской административной области УССР. В ней выделены Новоселицкий, Терреблинский и Солотвинский карстовые районы. Подземные карстовые формы известны только в последнем.

Солотвинский карстовый район (1,2 км²) связан с Солотвинским месторождением каменной соли. Он расположен в широкой долине р. Тисы на I и II надпойменных террасах. Здесь протекают ручьи Глод и Извор. Климат района умеренно континентальный. Среднее годовое количество осадков составляет 870 мм, наблюденный максимум — 1294 мм. Средняя годовая температура воздуха +6,2°С. Солотвинское соляное тело является диапиром крупной брахиантиклинальной складки. Площадь выходящего на поверхность соляного штока достигает 1,2 км². Купол асимметричен, с более пологим северо-восточным (55°) и остальными круто наклонными (до 85°) крыльями. Крутое погружение сохраняется до глубины 700—800 м с последующим переходом в пластовое залегание [247]. Шток состоит из круто падающих монолитных слоев белой или серовато-белой соли, обогащенной глинистыми частицами. Среднее содержание нерастворимого остатка в соли 3—4%. Над соляным штоком залегает глинистый кепрок — „палаг” — мощностью от 0 до 30 м. Он состоит из первичных, образованных в результате растворения соли, несложных глин и суглинков и вторичных переотложенных песчано-глинистых отложений. Кепрок покрыт аллювиальными песчаниками и гравийно-галечниковыми отложениями мощностью от 2 до 45 м.

На Солотвинском месторождении соли наблюдается множество поверхностных и подземных карстовых форм, образованных вследствие растворения соли в естественных условиях и при активизации этого процесса под влиянием антропогенных воздействий. В настоящее время эти карстопроявления часто невозможно отделить друг от друга.

Открытый соляной карст развит на участках выходов соли непосредственно

на поверхность. Согласно наблюдениям С. М. Кореневского [130] и Г. В. Короткевича [135] поверхностные карстопроявления в этих условиях представлены довольно разнообразным набором макроформ (карстовые останцы, воронки, карстовые овраги) и микроформ («соляной мох», «соляные зубья», карры). В основании соляных останцов и над неглубоко залегающими горными выработками возникают вертикальные поноры, изредка преобразующиеся в карстовые колодцы глубиной 5—6 м. На дне их обычно накапливается остаточный и переотложенный глинистый материал.

На участках, где каменная соль перекрыта водопроницаемыми отложениями, развит покрытый соляной карст. Поверхностные карстопроявления здесь также довольно разнообразны [135]. К макроформам относятся карстовые котловины, озера и воронки. Провальные воронки образуются вследствие обрушения сводов подземных карстовых полостей или, значительно чаще, сводов горных выработок. Диаметр их обычно не превышает 12—15 м, глубина 8—10 м. Карстово-суффозионные воронки возникают в покрывающих соль рыхлых водопроницаемых отложениях при наличии достаточного количества осадков или других источников обводнения покровной толщи, а также при вертикальной циркуляции в соляном теле. Такие воронки имеют блюдцеобразную форму при диаметре 30—40 м, циркообразную — при диаметре 10—14 м и глубине до 3 м, конусо- и колодцеобразную — при диаметре и глубине 10—12 м [135].

Подземные карстовые формы в соли развиты слабо. Это объясняется водоупорностью каменной соли, растворяющейся главным образом в верхней части куполов. Боковые поверхности куполов, даже если они контактируют с водопроницаемыми и водосодержащими породами, обычно защищены от растворения „завесой” из расолов, образованных в верхней части структуры. Вместе с тем в некоторых горных выработках Солотвинского месторождения в толще соли встречены гидравлически связанные поры выщелачивания (диаметр менее 2 мм) и каверны (диаметр более 2 мм). Очевидно, они формировались в периоды диагенеза, когда толща соли оказалась в зоне выветривания.



Рис. 17. Вскрытые карстовые полости Солотвинского карстового района [135]

Соляные пещеры вскрыты некоторыми штольнями. Их возникновение связано с активизацией движений рассолов в выветренной зоне. Они имеют различные форму и размеры, но обычно их высота не превышает нескольких десятков сантиметров, а ширина 3—5 м. В 1964 г. над камерой 4 в Солотвинской шахте на глубине 40 м обнаружена линзообразная полость высотой 2 м и диаметром 60—70 м. Дно ее покрыто тонким слоем глины. Питание пещеры осуществлялось через вертикальные поноры в потолочине, а разгрузка рассолов происходила через дренажный штрек. Карстовые полости, вскрытые западным штреком шахты № 8 в пгт Солотвино (рис. 17), в поперечном сечении имеют вид щелей с горизонтальной нижней и сводообразной верхней поверхностями. Иногда они располагаются этажно, причем этажи могут быть разобщены или связаны.

Промышленное освоение закарпатских соляных месторождений начато в конце XVIII ст., когда были открыты рудники Христина (1778), Альберт (1787), Кунигунда (1789) и др. Глубина первых соляных рудников не превышала 300 м. Выработка соли проводилась сверху вниз. Неумелая закладка неглубоких соляных шахт способствовала широкому развитию антропогенного соляного карста в потолочных целиках подземных выработок и обрушению потолочин, образованию грандиозных карстовых провалов, затоплению выработок, возникновению карстовых озер [65]. В настоящее время выработка соли ведется камерным методом на глубинах более 300 м. Это привело к тому, что подошва зоны интенсивного водообмена сейчас располагается на глубине 300—350 м. Через кольцевые и линейные водоотливные штольни общей длиной свыше 7 км на поверхность откачивается до 800 тыс. м³ воды в год. При средней минерализации

85 г/л это соответствует ежегодному приросту карстовых пустот порядка 28 тыс. м³ [189].

В настоящее время искусственные карстовые выработки Солотвинского месторождения с успехом используются для лечения больных астмой [164].

ПОДОЛЬСКО-БУКОВИНСКАЯ КАРСТОВАЯ ОБЛАСТЬ

Подольско-Буковинская карстовая область расположена на территории Львовской, Тернопольской, Ивано-Франковской, Черновицкой и Хмельницкой административных областей УССР. В структурном отношении она входит в состав Волыно-Подольской плиты, кристаллический фундамент которой покрыт мощной (1000—3000 м) толщей рифейских, вендских, силурийских, девонских, юрских, меловых, палеогеновых и неогеновых отложений, образующих пологие пликативные структуры, развитые многочисленными тектоническими нарушениями различного возраста. Неотектонические поднятия на протяжении неогена-антропогена составили 250—300 м [55].

В Подольско-Буковинской области в неогеновых сульфатных и карбонатных отложениях широко развит покрытый, задернованный и обнаженный карст [87, 89, 158].

Описываемая карстовая область находится в зоне умеренно континентального климата со значительным воздействием атлантических циклонов. Его характерные черты — довольно большое количество осадков (от 650—700 мм на севере до 570 мм на юге), умеренные годовые амплитуды колебаний температуры, не превышающие 20—24° С, мягкая зима (средняя температура 4—5° С) с частыми оттепелями и нестойким снеговым покровом, умеренно теплое лето с достаточным количеством осадков (до 76% годовой суммы) и умеренной влажностью воздуха. Испарение с грунта составляет около 400 мм.

Таким образом, климатические условия благоприятны для питания трещинно-карстовых вод на протяжении всего года. Преобладающие ливневые осадки в теплый период, ветровое перераспределение снега в холодный с накоплением его в отрица-

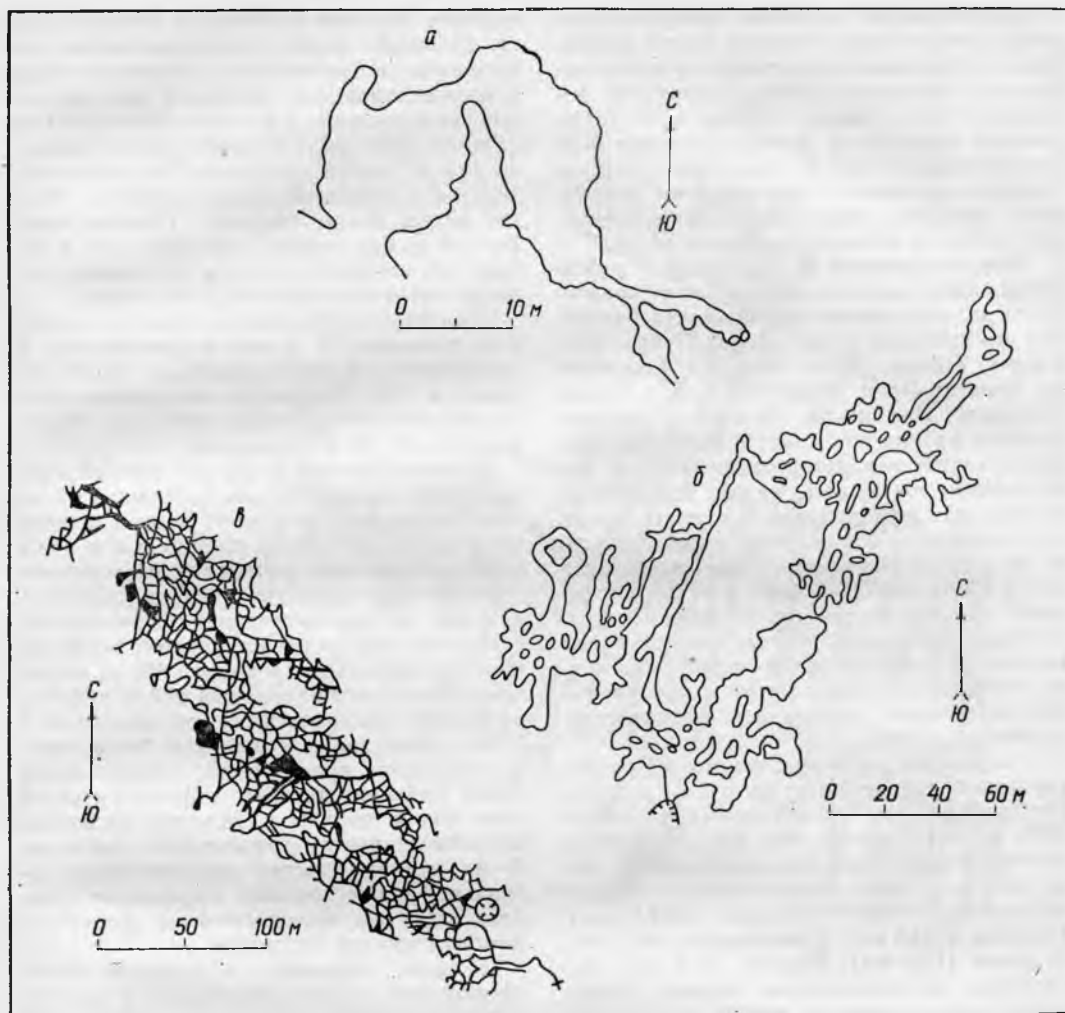


Рис. 18. Карстовые полости Гологоро-Розточенского и Приднестровского карстовых районов (планы):

a — Медовая [199]; *б* — Угринь (по материалам В. Я. Рогожникова); *в* — Вертеба (по материалам В. А. Радзиевского)

тельных формах рельефа благоприятствуют инфлюационному питанию с поглощением поверхностного стока в карстовых воронках и эрозионной сети.

В пределах области выделено восемь карстовых районов [158].

В Гологоро-Розточенском (4000 км²) и Бережанском (3200 км²) карстовых районах известно несколько карстовых по-

лостей. По данным К. А. Татаринова [245] и В. А. Радзиевского [215], небольшие пещеры и колодцы известны в с. Глубочке в карьере, заложенном в литотамниевых и ратинских известняках, в известковых туфах по долине р. Стрыпы, вблизи г. Рогаatina.

Медовая пещера (рис. 18, *a*) расположена в черте г. Львова. Она вскрыта

старым карьером, в стенках которого обнажены светло-серые, местами слегка желтоватые хемогенные известняки нижнего горизонта верхнего тортона (стратотип ратинского известняка). Длина всех ходов пещеры около 75 м, средняя ширина 5 м, средняя высота 2,2 м. Название пещеры, очевидно, связано с выделениями вторичного кальцита, окрашенного гидроокислами железа в медово-бурый цвет [199].

Приднестровский карстовый район (7900 км²) расположен на левобережье Днестра, охватывает нижние части бассейнов его притоков (реки Шерек, Зубра, Луг, Свирж, Гнилая Липа, Быбелка, Горожанка, Золотая Липа, Коропец, Стрыпа, Серет, Ничлава, Цыганская, Збруч). Северная граница района совпадает с контуром распространения верхнетортонских гипсов. Закарстован почти весь разрез неогеновых отложений: верхнетортонские надгипсовые литотамниевые известняки (мощность до 8 м), ратинские хемогенные известняки (1—2 м), гипсы (10—30 м) и нижнетортонские литотамниевые известняки. Поверхностные карстовые формы представлены карстовыми котловинами-поплавами, коррозийными, суффозионными и провальными карстовыми воронками, многочисленными понорами.

Подземные карстовые формы в Приднестровском районе развиты очень широко. Исследованиями, проведенными в 1960—1979 гг., установлено, что здесь находятся десятки крупнейших гипсовых пещер, среди которых самые длинные в мире пещеры-лабиринты Оптимистическая (142,5 км), Озерная (104,5 км), Кристальная (22,0 км), Млынки (15,1 км), Вертеба (7,8 км). Активными исследованиями членов Львовской, Тернопольской и других спелеотуристских секций республики длина этих пещер ежегодно увеличивается на несколько километров. Есть основания ожидать открытие новых пещерных лабиринтов. Сведения о пещерах района содержатся в многочисленных публикациях [4, 61—63, 71, 87, 158, 213, 224, 225, 240, 242]. Приведем краткие описания наиболее крупных и интересных пещер района.

Пещера Угринь (рис. 18, б) расположена на правом склоне долины р. Млынки. Со дна крутостенной карстово-суффозионной воронки начинается центральная галерея, имеющая слабый уклон во внутрь

массива. Пещера заложена в верхней части гипсовой толщи преимущественно по трещинам напластования в ближней части и по тектоническим трещинам двух основных направлений (10—30 и 290—310°) в дальней. Дно полости почти всюду покрыто слоем щебнисто-суглинистого заполнителя, а в ближней части — гумуса. Коегде видны следы высокого стояния воды (до 0,6 м над полом), поступающей в пещеру из входной воронки. На стенах полости активно конденсируется влага.

Ближняя часть пещеры известна давно. Еще в начале XX в. она использовалась в экскурсионных целях. Дальняя часть открыта в 1966 г. членами спелеологической секции киевского Дворца пионеров (руководитель В. Я. Рогожников).

Пещера Млынки (рис. 19) расположена на правом склоне долины р. Млынки в 2 км от ее впадения в р. Серет. Вход в пещеру открывается на склоне долины в 5 м ниже контакта гипсов и ратинских известняков. Современный водосбор пещеры, обеспечивающий ее незначительное инфильтрационное питание, занимает участок слабо наклонного водораздела длиной 460 м, шириной 180 м. Северо-западный район пещеры, открытый тернопольскими спелеологами в 1966 г., направлен к широкой балке северо-западного простираения, представляет собой фрагмент древней гидрографической сети. Склон долины р. Млынки расчленен многочисленными эрозийными врезами. В их верхних частях располагается несколько асимметричных оползневых цирков. Здесь же прослеживается несколько мощных трещин отседания.

Пещера заложена в верхней части 16-метровой толщи массивного, в восточной части полости слоистого гипса. Она связана с тектоническими трещинами двух основных направлений (0—20 и 290—310°). Для западного участка пещеры характерны узкие трещинные ходы шириной 0,2—1,5 м, для остальной части крупные, довольно широкие залы, залеженные по комбинациям трещин напластования в слоистых гипсах с тектоническими трещинами. В морфологии поперечных сечений зафиксировано несколько этапов активной коррозийно-эрозийной проработки. Галереи юго-западного простираения, являющиеся основными магистралями подземного стока, соединены на разных уровнях округлы-

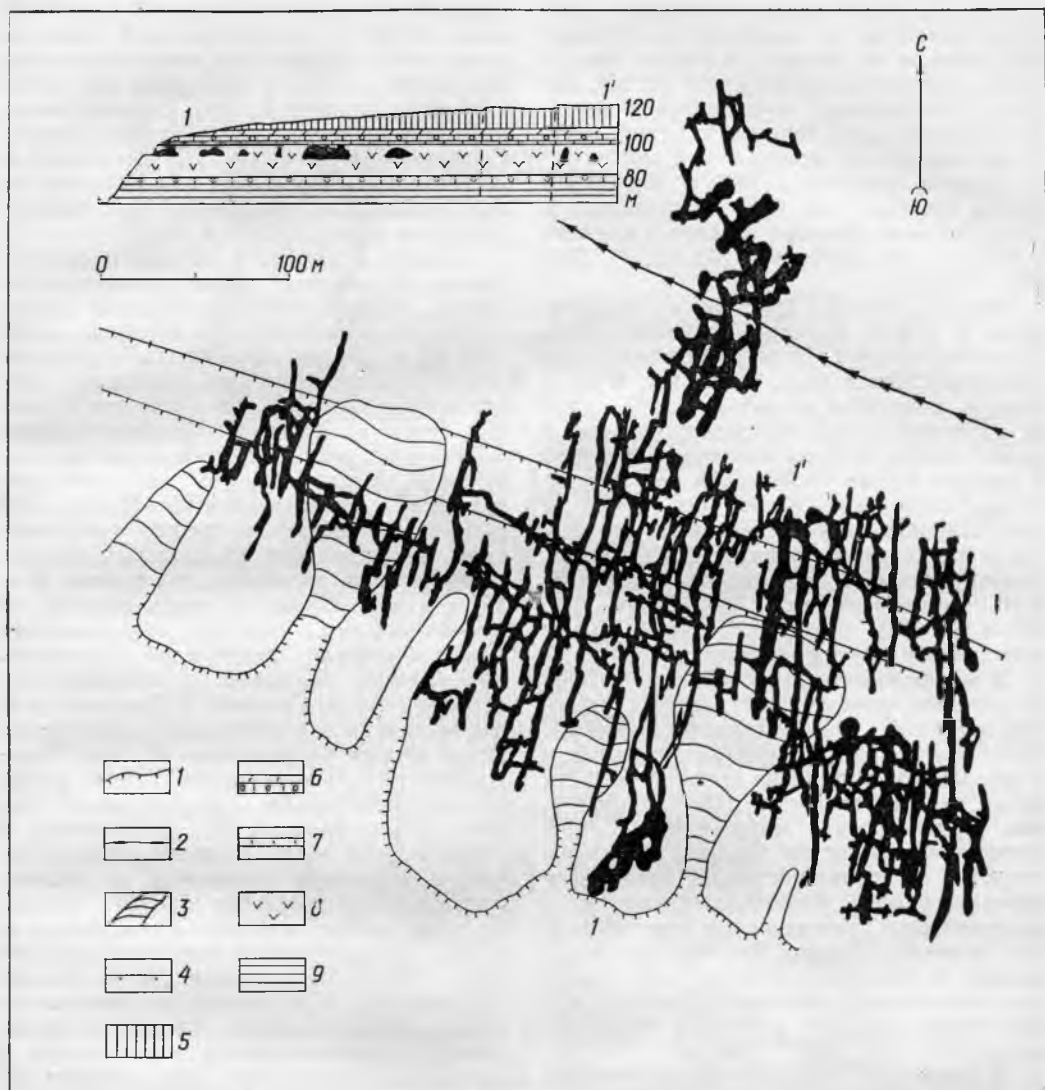


Рис. 19. Пещера Млынки (план и разрез, по материалам В. А. Радзиевского):

1 — пологие и обрывистые склоны долины р. Млынки; 2 — главный водораздел; 3 — оплывины и оползни; 4 — трещины отседания; 5 — четвертичные отложения; верхний тортон; 6 — мергели и известняки, 7 — ратинские известняки, 8 — гипсы; 9 — силурийские отложения

ми (более древними) и трещинными (более молодыми) ходами юго-восточного простирания. Округлые ходы представляют собой фрагменты сифонных каналов, вскрытых при образовании юго-западных галерей. Часть сифонных каналов заполнена

карбонатным и карбонатно-суглинистым материалом.

Современных водотоков в пещере нет. Лишь местами отмечается конденсация влаги на стенках и сводах, а после снеготаяния и ливней — инфильтрационная

капель. Во многих галереях пещеры в пределах развития на поверхности структурной террасы по кровле ратинских известняков отмечаются карбонатные натеки, высыпки багрянковых известняков и мергелей пронятинского горизонта. Стены украшены вторичными кристаллами гипса.

Пещера открыта в 1960 г. тернопольскими спелеологами. Они же составили в 1961 г. ее план. Пещера описана в научной и популярной литературе [62, 71, 87, 213, 240, 242, 261].

Пещера Вертеба (рис. 18, в) расположена в шейке меандра р. Серета близ с. Бельче-Золотого. Перекрывающих ратинских известняков здесь почти нет. Вход в пещеру находится в крутом борту одной из многочисленных карстовых воронок в толще гипсов. Пещера заложена в верхней и средней частях 10-метровой пачки крупнокристаллических гипсов. Она состоит из ряда широких, переплетающихся галерей, часто разделенных узкими перемычками. Поэтому главные направления тектонической трещиноватости ($10-20$, $270-280$, 310 и $60-70^\circ$) здесь фиксируются менее четко, чем в других пещерах района.

В морфологическом отношении пещера значительно отличается от других карстовых полостей Приднестровского района. Узкая полоса, охваченная закарстованием ($100-150$ м), аномально высокий коэффициент закарстованности ($0,58$), характерная ориентировка, морфология и промывность большинства галерей свидетельствуют о ее преимущественно эрозийном происхождении. Геоморфологические и геофизические исследования подтвердили эту гипотезу. Пещера Вертеба сформировалась в раннем — среднем плейстоцене при транзитном подземном перетоке р. Серета через суженную до $1,9$ км шейку меандра.

В конце XIX в. при археологических раскопках в пещере вскрыты мощная толща суглинистого заполнителя и сейсмогравитационные отложения. На сводах полости часто наблюдаются карбонатные натеки в виде корочек, в трещинных зонах — небольшие сталактиты.

Пещера Вертеба описана в работах [71, 87, 158, 196, 213, 240, 300].

Пещера Озерная (рис. 20) расположена на водоразделе рек Серета и Ничлавы. Вход в пещеру находится на дне крупной

суффозионно-карстовой воронки площадью около $30\,000\text{ м}^2$ и глубиной 18 м. Поверхность плато над пещерой имеет значительный уклон к балке Стрилковцы (60 м/км) и расчленена неглубокими слепыми логами, открывающимися в карстовые воронки с заилненными понорами. После ливней и снеготаяния части пещеры, тяготеющие к этим инфильтрационным водосборам, подтапливаются водой на $1-2$ м.

Пещера заложена в верхней и средней частях 20-метровой толщи гипсов и ангидритов. Мощность перекрывающих некарстующихся отложений над пещерой достигает 45 м. Разрез неогеновых отложений венчают антропогенные галечники карпатского происхождения — останцы VI или VII террасы Днестра. Морфологические особенности пещеры обусловлены тем, что галереи проработаны по тектоническим трещинам с простиранием $20-30$, $300-310$ и $0-10^\circ$. Комбинация трещин тектонических, напластования (в слоистых гипсах) и скалывания, падающих под углами $30-45^\circ$ к северо-западу и северо-востоку (в мелкозернистых гипсах) обуславливает морфологическое своеобразие Ближнего, Переходного, Дальнего и Октябрьского районов пещеры Озерной. В Ближнем районе ходы и залы развиты преимущественно вдоль трещин направления 30° . Для Переходного района характерна система узких, сравнительно слабо проработанных трещин с простиранием 20° , заполненных в нижней части водой. Дальний район отличается крупными галереями и залами, имеющими направление $10-20^\circ$. Самый крупный район пещеры — Октябрьский — открыт тернопольскими спелеологами в октябре 1970 г. Исследование этого района продолжается. Он состоит из разветвленного лабиринта ходов, галерей и залов, иногда располагающихся в два этажа с превышением верхнего над нижним до 10 м. В Октябрьском районе выделяется несколько участков, резко отличающихся по морфологии и ориентировке. Они разделяются обвальными зонами, связанными с ограничивающим с запада Ближний и Переходный районы тектоническим нарушением простирания $310-320^\circ$.

В Октябрьском районе многие галереи и залы обводнены. Уровень воды значительно меняется ($2-3$ м). В отдельные годы образуются временные сифоны, закры-

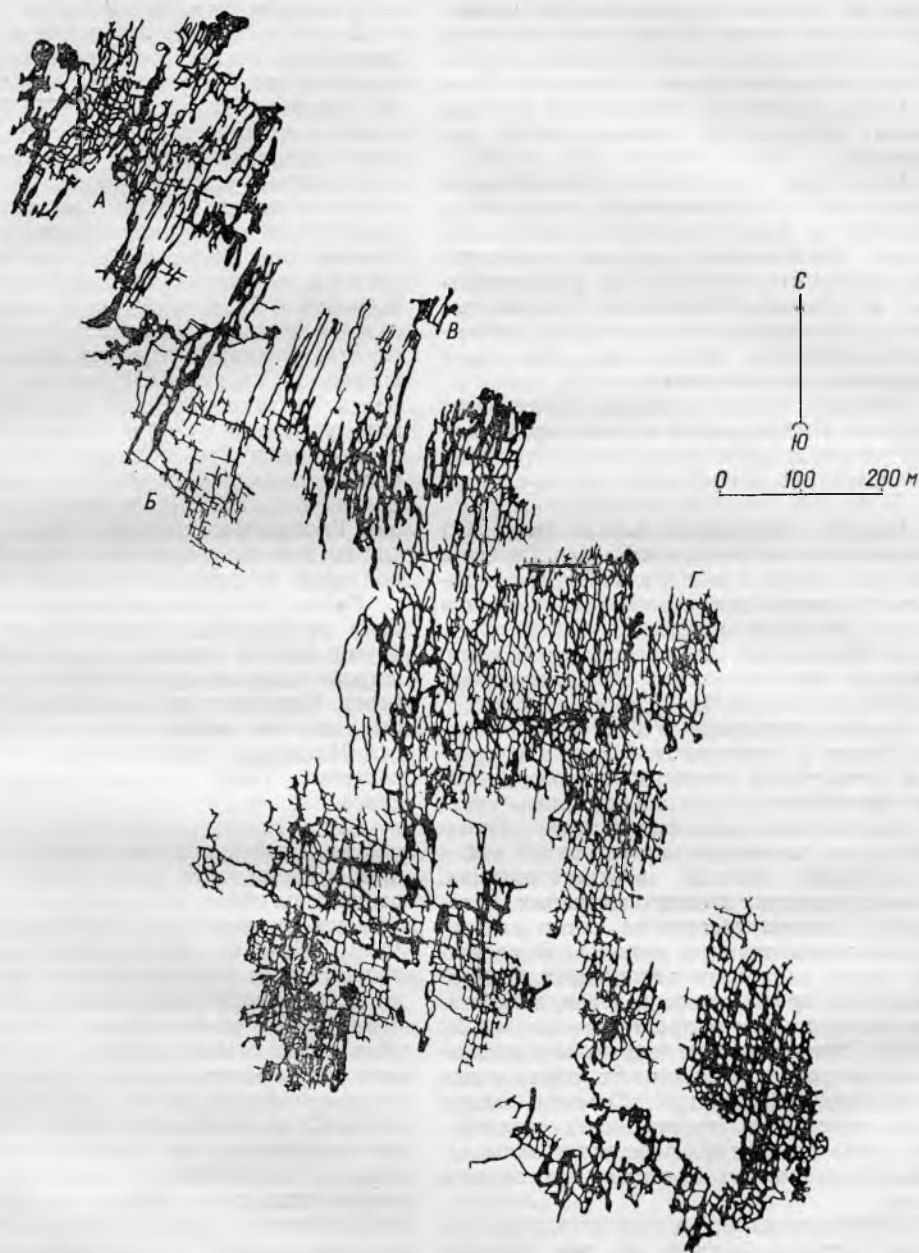


Рис. 20. Пещера Озерная (по материалам В. А. Радзиевского и Ю. Л. Зиммеляса):
 Район: А — Ближний; Б — Переходный; В — Дальний; Г — Октябрьский

вающие проход в дальние части пещеры. Судя по опытам с окрашиванием, подземные воды в пещере движутся к северо-западу, затем вдоль разлома с простиранием 50° к источникам балки Стрилковцы. К сожалению, режимные наблюдения на подземных озерах и над источниками не проводились.

В пещере отмечаются разнообразные остаточные, гравитационные, водно-механические и водно-хемогенные отложения. В зале Крымском обнаружены кальцитовые сталактиты, сталагмиты и драпировки, в галерее Жемчужной — пещерный жемчуг. Во многих местах пещеры наблюдаются гипсовые кристаллы, в том числе игольчатые образования.

Общая длина пещеры составляет 104,5 км. Исследование пещеры продолжают тернопольские спелеологи. Описания неоднократно приводились в литературе [5, 71, 87, 213, 214, 240, 242, 261].

Пещера Оптимистическая (рис. 21) расположена на водоразделе рек Серета и Ничлавы. Вход в пещеру находится в небольшой воронке, в которую открывается тальвег временного водотока. С 1965 г. пещеру исследуют львовские спелеологи, которые провели около 40 длительных экспедиций [224, 225].

Пещера заложена в 30-метровой толще гипсов и ангидритов. Нижняя и средняя части толщи сложены мелкозернистыми кремово-серыми, а верхняя — крупнокристаллическими разностями. Гипсы перекрыты ратинскими известняками и 20—40-метровой толщей верхнетортонских, нижнесарматских и антропогенных отложений. Пещера состоит из шести относительно изолированных районов. В восточной части лабиринта расположен Старый район, где преобладают галереи, заложенные по трещинам с простиранием $15-20$ и 315° . Это неширокие и довольно низкие ходы, в своде которых часто обнажаются ратинские известняки. Сечения ходов преимущественно треугольные, щелевидные, реже сводчатые. Небольшие залы наблюдаются только в местах пересечения ходов.

В 300 м к северо-востоку от входа в пещеру Оптимистическую на дне воронки расположен вход в пещеру Ветровую. До 1976 г. эта пещера рассматривалась как отдельная полость, хотя ее генетическое

единство с системами ходов Оптимистической пещеры было несомненным [87].

В 1975—1977 гг. львовские и одесские спелеологи нашли соединение между этими пещерами. Так появился еще один район пещеры Оптимистической. Район Ветровой в привходовой части состоит из четырех ходов с общим простиранием 310° , соединенных узкими округлыми и щелевидными каналами. На дне ходов часто встречается карпатская галька, переотложенная при размыве VII и VI террас Днестра во время формирования балки Королевки. В дальней части преобладают галереи и ходы, характеризующиеся почти перпендикулярным простиранием по отношению к привходовой части ($20-30^\circ$). Здесь наблюдаются довольно широкие и длинные залы. Район Ветровой весьма перспективен для дальнейшего прохождения к юго-западу (в обход тектонического нарушения, ограничивающего с севера районы Глобусов и Старый), западу и северу (на соединение с пещерой Озерной, до южной части которой отсюда всего 800 м).

Район Глобусов расположен к юго-западу от Старого, с которым соединяется двумя узкими ходами. Здесь появляются широкие хорошо проработанные водой галереи. Сечения ходов в основном щелевидные, местами расширенные в средней части. Некоторые залы образовались при обрушении глыб крупнокристаллического гипса.

Район Новый находится к юго-западу от района Глобусов и соединяется с последним единственным узким ходом. Коридоры пещеры образуют густую сеть. Они заложены по трещинам с простиранием $10-15$ и $305-310^\circ$. Щелевидные ходы часто расширены в нижней части и представляют собой просторные галереи. На пересечении ходов расположены большие залы, заваленные глыбами гипса. Для этой части пещеры характерны три этажа. Нижний этаж — широкие (3—4 м) и невысокие (0,7—1,5 м) ходы с пологими сводами. Ходы выработаны на контакте мелкозернистых и крупнокристаллических гипсов; встречаются в основном в центральной и южной частях района. Второй этаж развит повсеместно, представляет собой ходы готического типа высотой до 8—10 м. Третий этаж развит незначительно, в основном в западной части района. Его ходы тре-

угольного сечения с горизонтальным потолком и узкой щелью в нижней части. На западе района есть небольшие озера. К югу от основного лабиринта ходов идут две длинные (200—300 м) галереи. По-видимому, здесь есть продолжение пещеры.

Дальний район расположен к северо-западу от Нового. Здесь находятся самые крупные галереи — Аспирантская (длина 180 м, ширина 15 м), Шипучая (190 м, 3—8 м) и Львовская (80 м, 8 м). Доминирующее направление галерей 305—310°. В северной части района отмечается субширотное простирание ходов (280—285°). На западе района наблюдаются зоны свежих обвалов.

Озерный район — самый дальний западный район Оптимистической пещеры (расстояние от входа в район Ветровой более 1,5 км). Здесь преобладают просторные готические ходы с глинистым полом без глыбовых завалов. На северной границе расположено три небольших озера. В 1978—1979 гг. к северу от Озерного обнаружен новый, Заозерный, район. На рис. 21 он не показан.

Сложная конфигурация пещеры в плане — следствие заложения ее в разных тектонических блоках, разделенных нарушениями с простиранием 300—310, 20—30° и меридиональным. Здесь же находятся наиболее опасные при прохождении обвалы ходы.

В Оптимистической пещере кроме остаточных и гравитационных отложений изредка встречаются водно-хемогенные (сталактиты, натёки), а также гипсовые цветы.

Общая длина Оптимистической пещеры составляет 142,5 км. Это вторая в мире пещера по длине. Описание пещеры составлено по материалам М. П. Савчина.

Юбилейная пещера расположена на левом склоне долины р. Цыганской у с. Сапогов. Она состоит из нескольких галерей, заложённых по тектоническим трещинам 0—20 и 30—40° и соединённых более короткими ходами, ориентированными в направлении 80—90°. В сводовой части пещеры обнажены перекрывающие отложения. Зал Планетарий имеет огромный купол диаметром 8 м по длинной и 5 м по короткой осям, который на 6 м врезан в толщу багрянковых известняков и известково-мергелистых отложений волинского

горизонта. В ряде залов Юбилейной пещеры наблюдается контакт гипсов с перекрывающими ратинскими известняками. Здесь хорошо видно, что хемогенные известняки лежат на размытой и закарстованной поверхности гипсов.

Общая длина Юбилейной пещеры 1500 м. Она открыта в 1966 г. тернопольскими спелеологами и исследована в 1967 г. сотрудниками ИМП [87].

Пещера Тымкова Скала расположена на берегу р. Цыганской близ с. Сапогов. По данным В. А. Радзиевского, она состоит из 630-метрового привходового лабиринта и 800-метрового узкого хода, имеющего овальное сечение и направленного в сторону р. Цыганской. По этому ходу протекает небольшой ручей. В верховьях левого притока р. Цыганской расположены небольшие пещера-понор Глинка-I (27 м) и пещера-источник Глинка-II (21 м). В паводок они подтапливаются [87].

Кристалльная пещера (рис. 22) расположена на узком водораздельном плато между р. Цыганской и впадающим в нее с юго-востока Семеновым Потоком. Поверхность плато ровная, лишь с севера и юга в него врезаются неглубокие овраги. На юге фестоны плато расчленены трещинами отседания, а на севере прослеживается неширокая структурная терраса по кровле хемогенных известняков.

Пещера заложена в 15-метровой толще крупнозернистого гипса, сменяющегося в низах разреза мелкокристаллическим гипсом. Ходы пещеры заложены по трещинам с простиранием 30—50, 300—320°, что обуславливает однообразную морфологию в основном щелевидных ходов. Лишь на пересечении ходов разных направлений находятся крупные залы.

Входные лабиринты почти до сводов заполнены суглинистыми отложениями. Во многих галереях встречаются гипсовые кристаллы. В северных оконечностях галерей под структурной террасой иногда формируются карбонатные натёки. Постоянных скоплений воды в пещере нет. Лишь местами отмечена слабая конденсационная капель.

Общая длина ходов Кристалльной пещеры 22 км. Ее ближнюю часть описали В. Нехай [303] и И. М. Гуневский [61]. Пещера исследована в 1962—1963 гг. сотрудниками ИМП [87]. Главные галереи

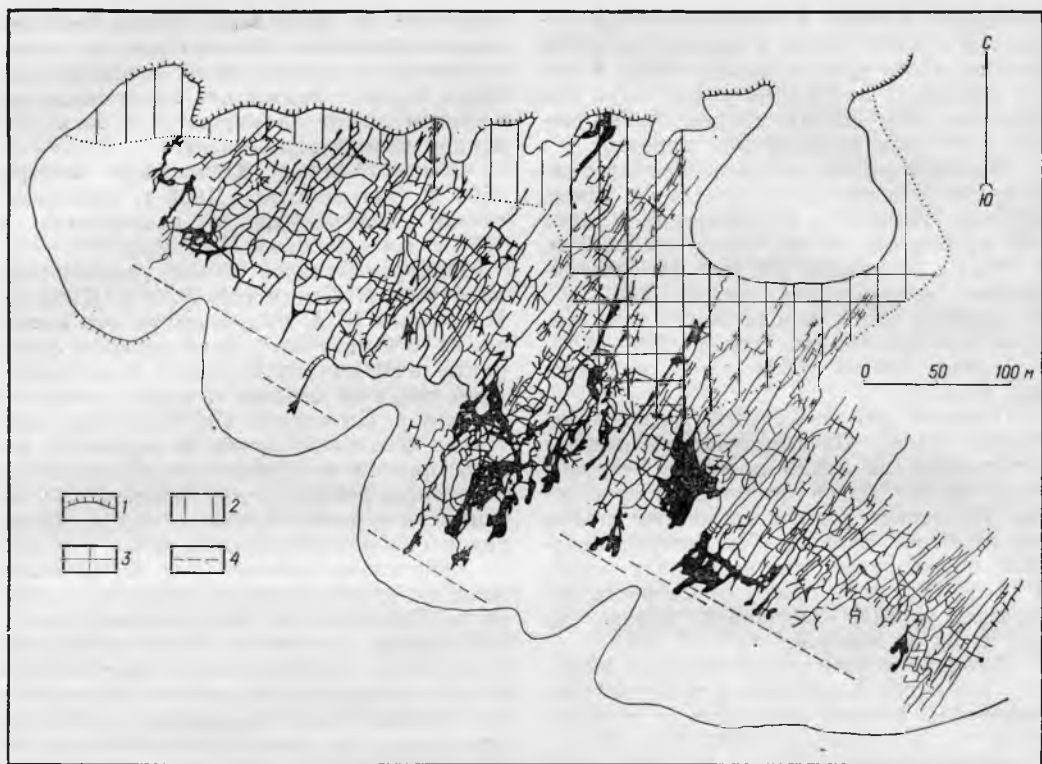


Рис. 22. Пещера Кристальная:

1 — пологие и обрывистые склоны долины р. Цыганской; 2 — структурная терраса; 3 — зона развития карбонатных натечков; 4 — трещины отседания

пещеры электрифицированы и используют для туризма.

Пещера На Хомах (126 м) находится неподалеку от Кристальной, на склоне водораздела между балкой Семенов Поток и его левым притоком. Пещера состоит из узких трещинных ходов, лишенных гипсовых кристаллов и натечных образований [87].

Пещера Атлантида (рис. 23) расположена на левом борту долины р. Збруча близ с. Завалья. Полость представляет собой систему небольших залов, соединенных сеткой ходов, и имеет три этажа. Нижний этаж состоит из низких и узких ходов в основном прямоугольного сечения. Сифонными каналами и трещинами они соединяются со средним этажом, где находятся основные залы пещеры, часто

имеющие готическое поперечное сечение. Средний этаж расположен на 1,0—1,5 м выше нижнего и на 5—7 м ниже верхнего. Верхний этаж представляет собой лабиринт высоких (до 5,0 м) и узких ходов. Кровля полости осложнена слепыми куполами.

На некоторых участках пещера Атлантида вскрывает древние вертикальные полости в гипсах (колодцы), заполненные карбонатной глиной, что свидетельствует о наличии перерыва в осадконакоплении после формирования гипсо-ангидритовой толщи перед отложением ратинских известняков. В пещере наблюдаются остаточные, обвальные и очень богатые водно-хемогенные отложения — карбонатные коры и разнообразные гипсовые образования.

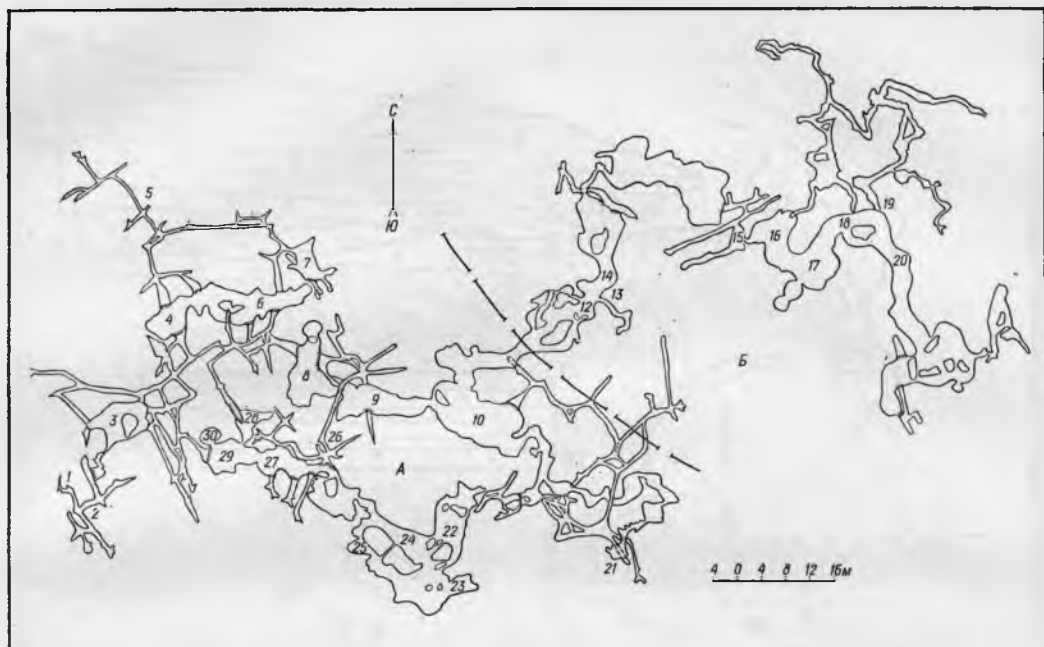


Рис. 23. Пещера Атлантида (план):

А — Ближний район, Б — Новый район. 1 — вход; 2 — участок киевского Дворца пионеров; 3 — зал Радость; 4 — зал Снежной Королевы; 5 — система Пасквиль; 6 — Манеж; 7 — зал Сказка; 8 — зал Альпинистов; 9 — зал Гагарина; 10 — зал Покорителей; 11 — зал Костел; 12 — зал Белоснежка; 13 — грот Плезир; 14 — Геликитовый коридор; 15 — камин Ракета; 16 — зал Нежность; 17 — зал Звездное Небо; 18 — зал Киевских спелеологов; 19 — колодец Китовый Ус; 20 — Партизанская галерея; 21 — зал Обвалов; 22 — зал Рыба; 23 — зал Есенина; 24 — зал Динамо; 25 — зал Храм Богов; 26 — Южный крест; 27 — Эльдорадо; 28 — зал Красных Маков; 29 — зал Буфет; 30 — Оранжерея (по данным В. Я. Рогожникова)

Пещера Атлантида имеет длину 2200 м. Открыта в 1969 г. спелеологами киевского Дворца пионеров (руководитель В. Я. Рогожников) [133]. Близ пещеры Атлантиды расположены небольшие пещеры в гипсах — Киевлянка (73 м), Цапова Дюра (40 м) и Новоселка (20 м).

Карстовые полости района образовались в основном на протяжении позднего плиоцена — антропогена за счет подземного перехвата стока боковых притоков Днестра. В настоящее время большинство пещер перешло в субазральную стадию развития, некоторые полости (Оптимистическая, Озерная и др.) испытывают влияние поверхностных водотоков, инфлюирующих через более молодые карстовые воронки. Карстовые полости вскрыты современным карстовым или эрозийным рельефом и карьерами. Они относятся к типу вскрытых пещер [76, 87].

Покутский карстовый район (1600 км²) расположен на правом берегу Днестра между долинами рек Быстрицы и Совицы Кицманской [115]. Здесь гипсы смяты в пологие антиклинальные складки карпатского простираения и разбиты на блоки субширотными и субмеридиональными сбросами небольшой амплитуды. Подземные карстовые полости Покутского района невелики.

Пещера Думка длиной 68 м расположена в прибровочной части плато, вдоль крупной трещины отседания (рис. 24, б). Стены полости покрыты гипсовыми цветами, на сводах изредка наблюдаются сталактиты.

Пещера Мокрая длиной 53 м находится на правом берегу р. Тлумач у с. Локитки. Она заложена вдоль зоны разлома по трещинам с простираем 10—20 и 50° (рис. 24, а). Из пещеры вытекает постоян-

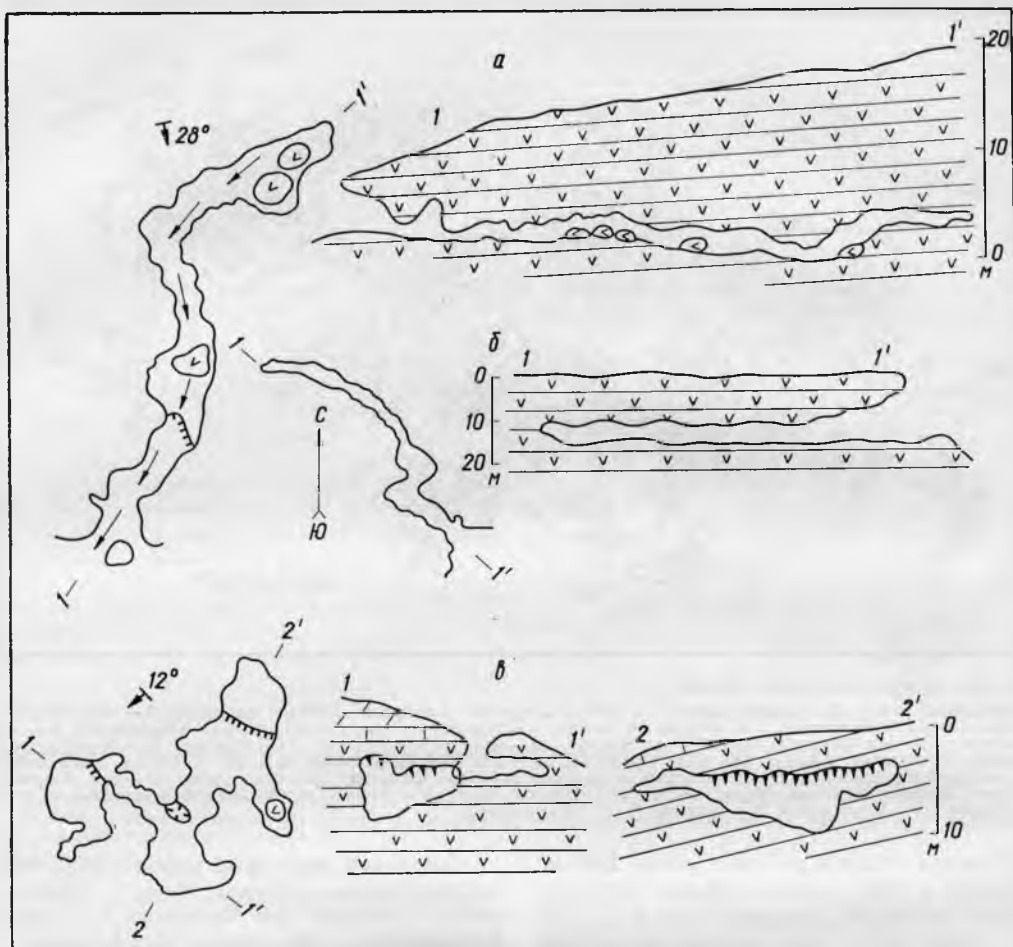


Рис. 24. Карстовые полости Покутского карстового района (планы и разрезы):
 а — Мокрая; б — Двукка; в — Сталактитовая (условные обозначения см. на рис. 4)

ный источник, расход которого около 5 л/с.

Сталактитовая пещера длиной 43 м расположена у местного водораздела, на контакте гипсов с хемогенными известняками (рис. 24, в). Она состоит из четырех небольших залов, заваленных глыбами гипса. На сводах пещеры наблюдаются многочисленные сталактиты, на стенах — драпировки и небольшие каскадные наteki.

Пещера впервые была описана А. Ломницким [302], затем К. А. Татариновым

[242]. Она представляет собой часть водоносной системы, начинающейся в 1,5 км к юго-востоку небольшим понором, куда уходит периодический водоток, и кончающейся в 160 м на юго-запад карстовым источником. Наличие этой системы доказано опытом с окрашиванием [87].

В Покутском районе известны и другие небольшие пещеры у сел Подлужье (14 м), Пидпечеры (12 м) и др. Близ с. Чертовец в тортонских гипсах есть два небольших карстовых тоннеля, мост и арка [122].

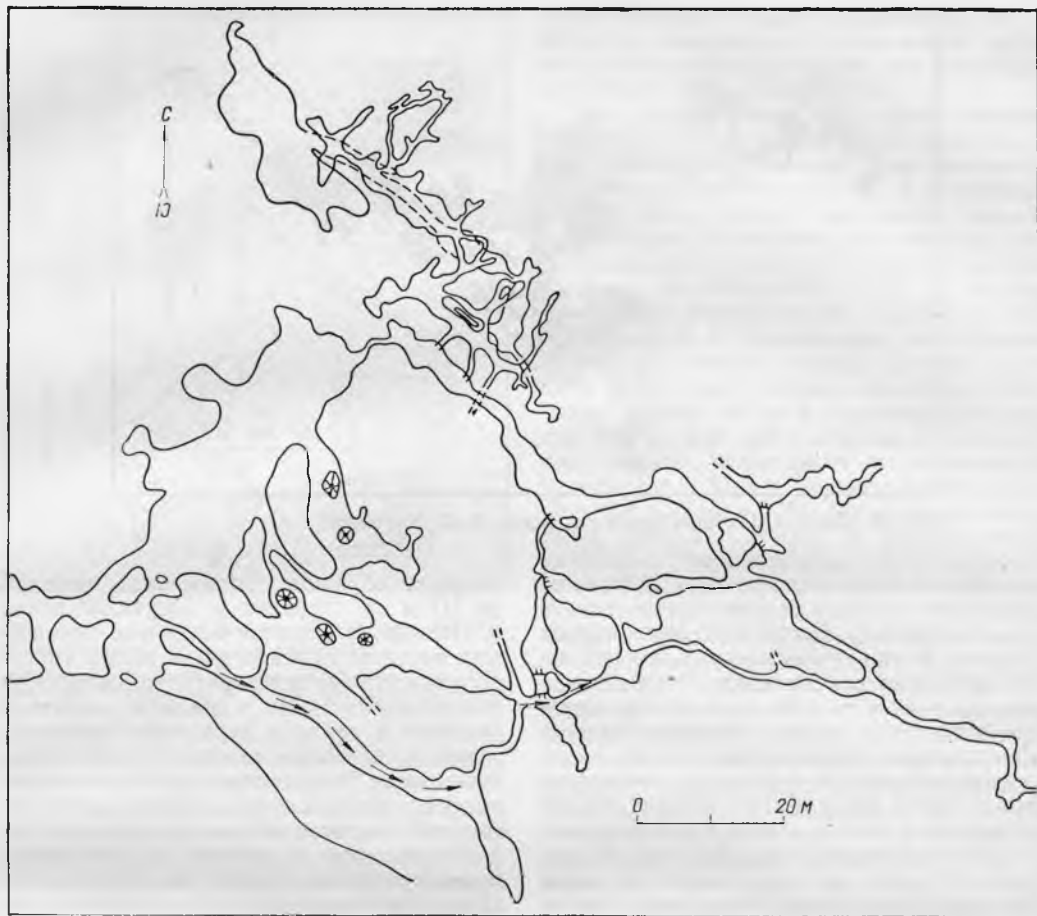


Рис. 25. Пещера Буковинка Мамалыжского карстового района (по материалам В. П. Коржика)

Буковинский карстовый район (1300 км²) находится на правом берегу Днестра между с. Заставна и г. Хотин. В 1975—1977 гг. черновицкие спелеологи обнаружили и исследовали пещеру Пионерку длиной 350 м в гипсах (устное сообщение В. П. Коржика). Вход в пещеру расположен в конце карстового оврага, по дну которого течет небольшой ручей. Пещера состоит из трех этажей. Верхний этаж — эрозионные каналы округлой формы, диаметром 0,5—1,0 м. Средний — коррозийные сотовые образования. Нижний — эрозионные каналы неправильной

формы. Разность высот между первым и третьим этажами составляет 7—8 м.

Мамалыжский карстовый район (400 км²) находится на левом берегу р. Прута, на границе Украинской и Молдавской ССР, между селами Мамалыга и Липканы. Из литературных источников известно, что небольшие пещеры иногда вскрываются карьерами [192]. В 1975—1977 гг. черновицкие спелеологи обнаружили и исследовали две крупных пещеры.

Пещера Буковинка (рис. 25) расположена к северу от с. Мамалыга. Вход в нее обнаружен в стене старого гипсового

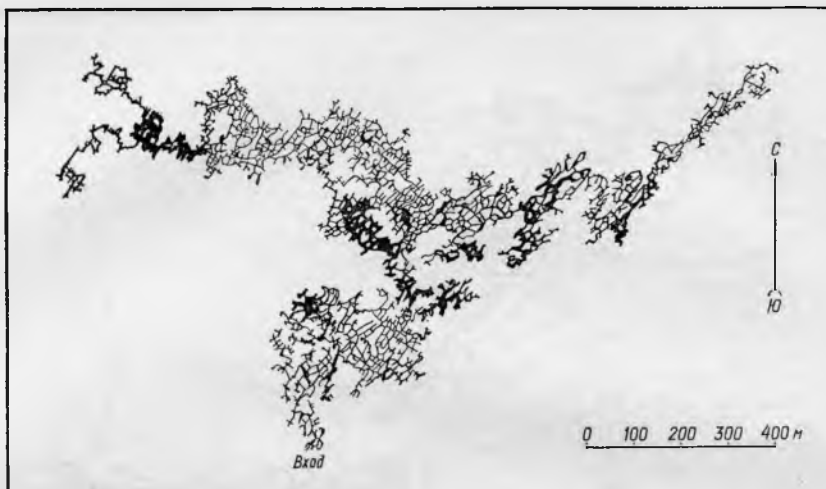


Рис. 26. Пещера Золушка (по материалам В. П. Коржика)

карьера. Длина ходов пещеры 1109 м, но значительная часть ее уничтожена горными выработками. Состоит из двух этажей. Верхний этаж — узкие щели, в нижней части покрытые кристаллами гипса. В сводах кое-где встречены сталактиты. Верхний этаж соединяется с нижним колодцами-каминами. Нижний этаж состоит из серии параллельных коридоров, связанных между собой более узкими ходами. На дне коридоров и стенах обнаружены довольно мощные отложения глины (до 4 м). В привходовой части по полу одного из ходов протекает небольшой временный ручей, уходящий в понор. В смежных галереях на полу есть несколько воронок просасывания, свидетельствующих о наличии еще одного, современного этажа пещеры [158]. Привходовой зал связан с поверхностью крупной провальной воронкой.

Пещера Золушка (рис. 26). Вход в пещеру находится в борту Кривского гипсового карьера, в 0,8 км на юго-запад от с. Подворного Новоселицкого р-на Черновицкой обл. и в 1,5 км на северо-запад от с. Крива Бричанского р-на Молдавии. Гипсы верхнего тортоня залегают здесь на глубинах от 3 до 20 м. Они перекрыты слоистыми глинами с линзами плитчатых известняков, песками с прослоями гальки и гравия, лессовидными суглинками. Поверхностные карстовые формы (воронки,

котловинообразные понижения) известны на III и IV террасах р. Прута. В пойме р. Подворной известно несколько провальных воронок. Верхняя часть толщи гипсов сложена белыми и серовато-желтыми крупнокристаллическими гипсами, местами смятыми в складки вследствие процессов гидратации. Ниже залегают мелкозернистые гипсы. Толща гипсов разбита на блоки субмеридиональными разломами и обводнена (кровля гипсов залегает на 2—4 м ниже дна долины р. Подворной). Карьер вскрывает гипсы на глубину 12—15 м. Он поддерживается в рабочем состоянии за счет водоотлива (порядка 20 тыс. м³/сут).

Пещера заложена в верхней части гипсовой толщи. В сводах многих ее галерей обнажаются перекрывающие известняки или глины. Использует она в основном трещины с простираем 20—50°, 290—310°. Пещера состоит из крупных залов, галерей и соединяющих их более узких ходов, очевидно тяготеющих к разломным зонам. Наиболее крупные залы — Античный (длина 100, ширина 15—25 м, высота 1—8 м) и Черновицких спелеологов (170 м, 25—35 м, 3—5 м). По морфологии пещера весьма разнообразна: наблюдаются коррозионные вертикальные щели шириной 0,5 м и высотой до 10 м, а также ходы высотой 0,5—1,0 м, шириной

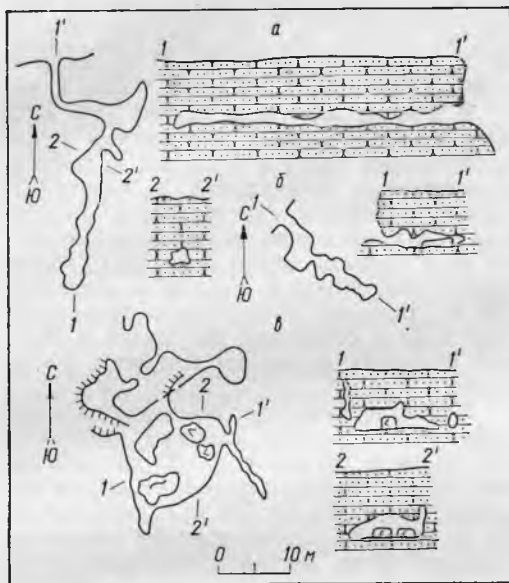


Рис. 27. Карстовые полости Кременецкого карстового района (планы и разрезы):

а — Девичьи Скалы-3; б — Девичьи Скалы-6; в — Пещинка (по материалам В. А. Радзиевского) (условные обозначения см. на рис. 4)

до 6—8 м коррозионно-эрозионного происхождения. В крупных галереях хорошо видны следы проработки водными потоками (карнизы, эрозионные уровни, вторичные врезы и др.). В пещере известно более 20 озер длиной 12—15 м. Расположены они в понижениях коридоров, на днищах внутренних колодцев и воронок, иногда достигающих глубины 18—20 м при диаметре 4—8 м. Глубина озер не превышает 2 м.

В пещере широко развиты различные обваловые отложения (глыбы гипса, осыпи перекрывающих глинисто-известковых пород), водно-механические (пестроокрашенные глины) и водно-хемогенные глинисто-кальцитовые образования. В западной части лабиринта отмечается повышенное содержание углекислого газа (до 2,1%).

Пещера открыта черновицкими спелеологами в марте 1977 г. В настоящее время закартировано более 40 км этого уникального лабиринта. Научное значение пещеры определяется прежде всего тем, что она сохранила все черты полостей, формирующихся в зоне полного насыщения (Крив-

ский гипсовый карьер существует около 30 лет). Поэтому ее исследование представляется крайне важным для разработки теории спелеогенеза [158].

В Кременецком карстовом районе (3300 км²) карстовые полости известны в окрестностях г. Кременца. Они находятся в урочище Девичьи Скалы в основании структурного уступа, сложенного нижне-сарматскими слоистыми песчаниками, переходящими в ракушечные песчанистые известняки. В 1956—1970 гг. К. А. Татаринцов [241] и тернопольские спелеологи (руководитель В. А. Радзиевский) обнаружили шесть небольших пещер длиной 15—43 м и две более крупные полости — Пещинку длиной 166 м и Студенческую длиной 242 м. Все они заложены в прослоях ракушечных известняков и известковых песчаников в 3—8 м от поверхности плато Девичьи Скалы и в 70—80 м над дном долины (рис. 27). Входы в пещеры либо овальные, выработанные по трещинам напластования, либо треугольные — по вертикальным тектоническим трещинам. Своды пещер обычно плоские или ступенчатые, днища горизонтальные или слабо наклонные. Конфигурация пещер неправильная, что связано с их заложением по разным системам трещин. В связи с формированием трещин отседания в наиболее крупных пещерах широко развиты обвалово-гравитационные отложения, иногда занимающие большую часть пола пещеры и создающие ложное впечатление этажности.

Пещеры сухие. Лишь в пещере Девичьи Скалы-5 наблюдается периодический ручеек, возникающий при поступлении талых и ливневых вод по трещинам отседания. В нескольких пещерах отмечена слабая конденсация. Из пещер и гротов Кременецких гор К. А. Татаринцов [241] описал ископаемую позднелейстоценовую и голоценовую фауну позвоночных.

Пещеры Девичьи Скалы имеют карсто-суффозионное происхождение. Сформировались они в начале и середине антропогена как выходные каналы карстовых источников. Затем были переработаны гравитационными процессами.

Небольшие пещеры известны и на других останцовых возвышенностях Кременецких гор (урочище Фещуки, гора Черча и др.) [242].

В Толтровом карстовом районе (6300 км²) растворимые породы представлены органогенными известняками тортона — нижнего сармата, реже гипсами верхнего тортона. Среди поверхностных форм карста преобладают микроформы (карры разных типов). Реже встречаются отдельные карстовые воронки.

Подземные карстовые формы невелики, заложены в основном по трещинам бортового отпора. Одна из них — пещера Кармелюка у с. Приворотья — находится в серых и кремневых крупнозернистых известняках. Восьмиметровая галерея кончается несколькими узкими щелями. Слева от входа есть узкая щель длиной 20 м. Вторая пещера, известная еще в XVI в., расположена близ с. Залучья. Вход в нее расположен в основании круглого берегового обрыва. Из входного грота, в котором в прошлом был христианский храм, начинается узкий ход, дно которого покрыто щебенкой и желтой глиной. Общая длина пещеры с боковыми ответвлениями составляет 50 м. Остальные горизонтальные карстовые полости Толтровой гряды характеризуются меньшими размерами.

Осенью 1969 г. вблизи с. Крутилов при разработке известняков была вскрыта единственная в Толтрах вертикальная полость — шахта Жемчужная — глубиной около 40 м. В основании первого 11-метрового колодца начинается небольшой трещинный боковой ход. Стены шахты украшены известковыми натекми, в небольших ванночках в натекх найден пещерный жемчуг [216].

ДОНБАССКАЯ КАРСТОВАЯ ОБЛАСТЬ

Донбасская карстовая область расположена на территории Донецкой и Ворошиловградской административных областей УССР. В пределах карстовой области развиты различные по возрасту, литологическому составу и геолого-структурному положению карстующиеся породы. Первые сведения о карсте Донбасса появились еще в 1930—40-е гг., однако до последнего времени его изученность была неполной и спорадической. Современные представления о поверхностном и подземном карсте

Донбасса изложены в работах М. В. Кобелева [124], Б. Н. Иванова [219], Б. А. Корженевского [132], Г. В. Бельтюкова [17], С. Ф. Парфенюка [200] и др.

В Южном карстовом районе (315 км²) известен карбонатный обнаженный и задернованный карст в слоистых и доломитизированных известняках и доломитах. Нижнекарбоновые карстующиеся отложения обнажены в зоне протяженностью около 40 и шириной свыше 6 км [221]. Мощность известняков и доломитов достигает 300 м. Наиболее закарстованы приразломные зоны в бассейнах рек Сухой и Мокрой Волновах, в среднем течении р. Кальмиуса.

Поверхностные карстовые формы представлены дырчатыми каррами диаметром 20—30 см и глубиной 10—30 см, понорами, коррозионными карстовыми воронками диаметром от 10 до 150 м и глубиной от 30 до 60 м. Карстовые воронки заполнены олигоценовыми песчано-глинистыми отложениями, свидетельствующими о формировании воронок на палеогеновом этапе развития структуры.

Подземные карстовые формы в пределах района невелики и немногочисленны. Небольшие пещеры длиной 10—20 м и сечением 2,0—2,5 м известны у с. Новотроицкого на р. Сухой Волновахе. Самая крупная пещера у Базалевои скалы была заложена в доломитизированных известняках левого борта балки Мокрой Мандрыкины. Она имела длину 74 м, представляла собой извилистый коридор, заложенный по падению пластов известняков. В 1940 г. известняковый блок с пещерой был выработан карьером [124].

Кроме описанных карстовых форм в районе, несомненно, есть еще много не вскрытых полостей. Об этом свидетельствуют довольно частые провалы, происходящие в настоящее время. Так, весной 1961 г. севернее пос. Кипучая Криница на правом берегу р. Сухой Волновахи образовались две провальных воронки. Меньшая — колодезобразной формы диаметром 3,5 м, глубиной 5,0 м; большая — асимметричной формы размерами 15×28 м, глубиной до 8 м. На дне второй воронки отмечена небольшая пещера длиной 10 м и высотой 3 м, ориентированная параллельно основному тектоническому нарушению, с которым связан источник Кипу-

чая Криница [124]. Подземные карстовые полости известны и в среднекарбоневых известняках. В районе поселков Гуневский и Шахтный горными выработками вскрыты полости шириной 9—30 м, высотой до 6 м, длиной несколько десятков метров. Среди них есть открытые со следами размыва и заполненные жидким илестым материалом, который вытекает при вскрытии полости, создавая угрозу проходке [25].

В Красноармейском и Донецко-Макеевском углепромышленных районах карстовые полости в известняках неоднократно вскрывались горными выработками. На южном и юго-западном крыльях Кальмиус-Торецкой котловины развит термальный карст в биоморфных известняках среднего карбона [195]. Гидротермокарстовые явления строго ограничены участками развития диагенетических анкеритов. Карстовые камеры, каверны, каналы, трубообразные и щелевидные полости расположены в два яруса. Наиболее крупные из них имеют протяженность до 30 м и диаметр 0,8—1,3 м.

В нижнекарбоневых известняках бассейна р. Крынки наблюдалась вскрытая карьером сухая полость, протягивающаяся на 30 м по простиранию поставленных на голову пластов. Высота пещеры около 2 м. Пол ее покрыт мелкоземом с большим количеством игольчатых кристаллов кальцита.

Время формирования карстовых полостей Южного района пока не ясно. Б. А. Корженевский [132] полагает, что здесь преобладают ископаемые допалеогеновые формы. Однако современные процессы их моделирования и вскрытия идут достаточно интенсивно, о чем свидетельствуют провалы грунта.

В **Северо-Западном карстовом районе** (620 км²) развит сульфатный карст в нижнепермских гипсо-доломитовых отложениях по долинам рек Бахмутки, Мокрой Плотвы и Горелый Пень. Поверхностные карстовые формы представлены здесь понорами, коррозионными и провальными воронками, залеженными на водораздельных пространствах и в долинах рек.

Подземные карстовые формы в Северо-Западном районе редки. В 70-е гг. киевскими спелеологами исследованы две пещеры [123].

Обвальная пещера заложена в устье оврага правого борта долины р. Мокрой

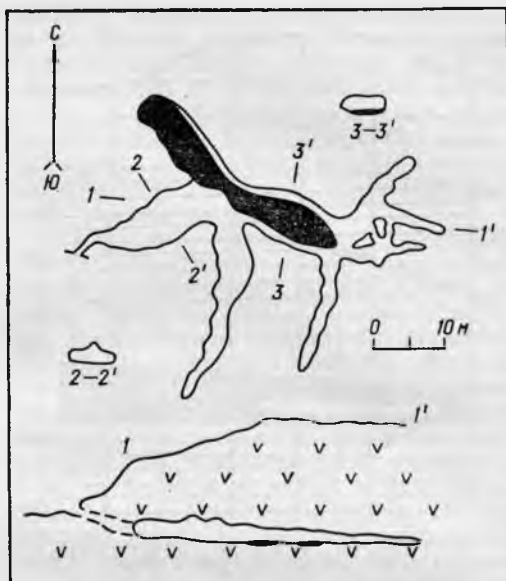


Рис. 28. Пещера Трипольская Северо-Западного карстового района (план и разрез) [123] (условные обозначения см. на рис. 4)

Плотвы близ с. Новый Карфаген. Обследованная часть пещеры длиной около 30 м представляет собой русло поглощенного воронками ручья. В пещере преобладают обвальные отложения.

Трипольская пещера расположена на окраине с. Триполья, в правом борту притока р. Мокрой Плотвы. Заложена она в белом мелкокристаллическом гипсе по тектоническим трещинам и трещинам напластования. Пещера имеет довольно сложную конфигурацию (рис. 28). Ее общая длина 135 м, средняя ширина 2,2 м, средняя высота 1,6 м. Свод пещеры выпуклый, осложненный коррозионными куполами. В центральной части пещеры находится небольшое озеро площадью 120 м², максимальной глубиной 1,7 м. Вода сульфатно-кальциевого состава, минерализация 2260 мг/л. Водно-механические отложения представлены буровато-палевыми суглинками, хемогенные — тонкой кальциевой пленкой на поверхности озера [123].

Подземные карстовые формы в гипсах часто вскрываются карьерами и буровы-

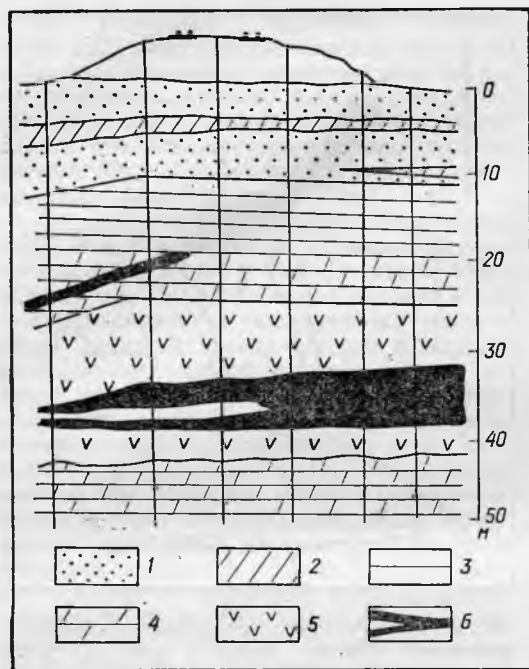


Рис. 29. Карстовые полости Северо-Западного карстового района, вскрытые буровыми скважинами под полотном железной дороги [183]: 1 — пески мелкозернистые; 2 — глины красно-бурые; 3 — аргиллиты; 4 — доломиты; 5 — гипсы кавернозные, сильно трещиноватые; 6 — карстовые полости

ми скважинами. Так, выработками Деконского комбината строительных деталей была вскрыта субмеридионально вытянутая карстовая полость шириной 8 м, высотой 12—20 м. От нее отходила система небольших боковых ответвлений, частично заполненных песчано-глинистыми отложениями [132]. В районе пос. Дроновки на 442 км перегона Ямполь—Яма летом 1963 г. в 35 м от оси левого пути образовался провал диаметром 5 м и глубиной 7 м. Бурение показало, что в 30—35 м от поверхности находится крупная карстовая полость длиной более 50 м и высотой 5—6 м (рис. 29). Ростовский филиал Гипротранскарьер разработал несколько вариантов противокарстовых мероприятий на этом участке [183]. К сожалению, специалисты-карстологи к обследованию подобных полостей обычно не привлекаются.

В пределах Северо-Западного района

известен и галогенный карст. Нижнепермские соляные отложения вскрыты многочисленными выработками в окрестностях городов Славянска и Артемовска. Здесь развит в основном антропогенный карст — провальные воронки и широкие блюдцеобразные проседания, возникающие в покрывающих соль породах путем искусственного подземного выщелачивания (Новокарфагенский и Славянский рассольные промыслы) или затопления соляных шахт пресными водами и растворения межкамерных целиков (шахта им. Т. Г. Шевченко). Реже возникают карстово-суффозионные воронки (г. Славянск).

Небольшие карстовые полости естественного происхождения длиной до 4 м встречаются в кровле соляной залежи Бахмутской котловины [17]. Большой интерес представляет изучение древних искусственных выработок.

Изредка современными горными выработками (шахтами, штольнями, камерами) вскрываются внутрисолевые погребенные карстовые полости. По мнению Г. В. Короткевича [135], к древним заполненным карстовым образованиям принадлежит крупная линза галита в брянцевском пласте Артемовского месторождения. Линза галита была вскрыта камерой при горных работах. Она расположена в верхней части 40-метрового пласта соли, залегающего на глубине 100 м под толщей гипсов кунгурского яруса. Подошва линзы ориентирована горизонтально и прослеживается в стене камеры на 12 м. Своеобразный потолок в средней части находится на высоте 1—2 м. Каменная соль, вмещающая линзу галита, крупнозернистая, полупрозрачно-белая, с четкими слоями толщиной 8—12 см, разделенными тонкими (1—5 мм) прослоями темно-серой соли. Слагающий линзу галит представляет собой сложное кристаллическое тело. Галит почти идеально чистый, водянисто-прозрачный, состоит из отдельных крупных кристаллов, сросшихся друг с другом под разными углами. Это кристаллическое тело моложе вмещающей слоистой каменной соли.

О карстовом происхождении этой древней полости свидетельствуют ее форма и поверхность со следами растворения, а также наличие на дне тонкого слоя нерастворимого остатка. В течение длительного

времени она оставалась заполненной предельно насыщенным, временами пересыщенным рассолом, в котором происходил постепенный рост кристаллов галита. Наличие таких погребенных карстовых полостей может быть индикатором крупных тектонических нарушений.

КРИВОРОЖСКО-КРЕМЕНЧУГСКАЯ КАРСТОВАЯ ОБЛАСТЬ

Криворожско-Кременчугская карстовая область расположена на территории Днепропетровской, Кировоградской и Полтавской административных областей УССР. Здесь выделено два карстовых района: Северный в бассейне р. Днепра (280 км²) и Центральный (600 км²) в бассейне р. Ингульца. Карстующиеся отложения представлены толщей переслаивающихся кварц-карбонатных, кварц-графит-хлоритовых и слюдистых пород, а также доломитами, доломитизированными известняками, кремнистыми доломитами и карбонатизированными кварцитами [221]. Для этой карстовой области характерны крутое моноклинальное залегание пород, их значительная тектоническая раздробленность. Длительное континентальное развитие структуры в позднем докембрии—палеогене и неогене—антропогене также способствовало формированию карстовых форм [110].

Поверхностные карстовые формы в Северном районе представлены редкими небольшими воронками. Подземные полости здесь пока не известны. В Центральном районе на участках, связанных с деятельностью изобразительного подземного стока (древние долины рек Саксагани и Желтой), буровыми скважинами и горными выработками вскрыты крупные карстовые полости.

В докембрийских доломитах, на глубинах от 33 до 324 м на руднике им. М. В. Фрунзе обнаружены полости высотой от 15,3 до 48,0 м. Еще более крупные пустоты шириной 25—50 м и длиной до 1 км находятся в зоне контакта доломитов с углисто-карбонатными и кварц-карбонатными песчаниками. До глубин 160—200 м карстовые полости преимущественно открытые, ниже — заполнены песчано-глинистым материалом [187]. В доло-

митах и карбонатизированных кварцитах на р. Желтой встречена крупная субмеридиональная полость шириной 15—25 м, глубиной 350 м и прослеженной длиной более 1,5 км. С такими полостями связаны значительные водопритoki (на шахтах «Северная» — 250—600, «Капитальная» — до 9000 м³/час). Возраст карстовых полостей допалеогеновый [276].

Интересные проявления подземного карста обнаружены в краснополосчатых мартитовых роговиках на юге Криворожского бассейна [204]. Шахтой рудника им. М. В. Фрунзе вскрыта на горизонте 186 м щелеобразная полость объемом 10 м³. Пачка железистых пород, вмещающих полость, падает под углом 50° и разбита многочисленными трещинами. Максимальная высота полости 1,2 м, ширина 3—5 м, на расстоянии до 10 м отмечаются узкие лазы с наклонным полом. На дне полости лежат отслоившиеся со сводов плиты мартитового роговика, под которыми на глубину 2 м прослеживается прослой рыхлой мелкообломочной щебенки. Состав обломков кварцевый или рудный (мартит, железная слюдка). Промежутки между обломками выполнены остаточной ожелезненной глиной, натечными агрегатами гидроокислов железа, продуктами механического разрушения роговиков (кусочки в доли миллиметра) и новообразованиями маршалита (мучнистого кварца). Аналогичные полости изучены на рудниках им. К. Либкнехта, Большевик и др. Они встречаются на глубине до 500 м, приурочены к зонам пересечения крупных тектонических трещин. Их формирование происходит под комбинированным воздействием процессов выщелачивания, замещения, осыпания, перетолжения текущими водами и кристаллизации из растворов переменного химического состава на фоне периодического осушения полостей. В. Ф. Петрунь и Б. И. Пирогов считают подобные полости карстово-суффозионными [204]. Карбонаты роговиков, по их мнению, ведут себя подобно легко растворимому цементу обломочных пород и сравнительно легко выносятся подземными водами при неоднократных региональных изменениях положения базиса эрозии. Г. А. Максимович [171] считает эти пустоты карстовыми и выделяет новую группу силикатных брадикарстовых полостей.

ВОСТОЧНО-ПОДОЛЬСКАЯ КАРСТОВАЯ ОБЛАСТЬ

Восточно-Подольская карстовая область расположена в пределах Тернопольской, Хмельницкой, Винницкой и Одесской административных областей УССР. В структурном отношении она представляет собой юго-западный склон Украинского щита. Карбонатный карст проявляется здесь редкими воронками и пещерами в тортонских, нижне- и среднесарматских известняках.

В Надднестрянском карстовом районе (16 200 км²) оолитовые и ракушечные известняки среднего сармата развиты на равнинных междуречьях под покровом некарстующихся пород и обнажаются только в долинах рек. В 1975—1977 гг. одесские спелеологи Л. Н. Суховой и В. Ю. Солдатов открыли и описали пять пещер в ракушечно-оолитовых и нубекулярных известняках в долине р. Белой (лев. приток Днестра). Щелевидные пещеры Вада-Турково (длина 30 м), Шершинская-1 (20 м) и Шершинская-2 (100 м) имеют весьма небольшую среднюю ширину (около 0,5 м) и значительную высоту (10—20 м). Пещеры заложены вдоль трещин бортового отпора и иногда связаны с карстовыми воронками на поверхности. В этом же районе известны три небольшие пещеры длиной 6, 8 и 48 м в среднесарматских известняках у с. Грабово.

ПРИЧЕРНОМОРСКО-АЗОВСКАЯ КАРСТОВАЯ ОБЛАСТЬ

Причерноморско-Азовская карстовая область расположена на территории Одесской, Николаевской, Херсонской, Запорожской и Донецкой административных областей УССР. Здесь выделены Приазовский (2500 км²), Нижне-Приднепровский (29 000 км²) и Черноморский (6200 км²) карстовые районы. Карстующиеся породы представлены мощной (60—100 м) субгоризонтально залегающей толщей неогеновых ракушечных известняков (местами разделенных несколькими прослоями глин),

почти повсеместно перекрытых некарстующимися плиоценовыми и антропогеновыми отложениями.

Условия для развития современного карста весьма неблагоприятные (недостаточное увлажнение, осадки не превышают 400 мм, большие потери на испарение, почти полное отсутствие постоянного стока в местной эрозийной и гидрографической сети). Поэтому более или менее значительные поверхностные и подземные формы известны лишь там, где на разных этапах геологической истории структуры возникали благоприятные условия питания (борта речных долин).

Поверхностные карстовые формы представлены каррами, понорами, немногочисленными коррозионными, провальными и часто встречающимися погребенными воронками [31, 50, 51, 221, 222].

В Нижне-Приднепровском карстовом районе подземные карстовые формы встречаются редко [50]. В среднесарматских оолитовых и ракушечных известняках заложено несколько пещер балки Чернечьей на левом берегу Днепра. Небольшие щелевидные пещеры длиной 5—7 м и шириной у входа 3—3,5 м расположены на правом борту балки. Все они оканчиваются узкими щелями. Длина наиболее крупной пещеры около 50 м. Она состоит из основного субмеридионального хода, в который открываются несколько мелких каналов. В сводах пещеры имеются вертикальные и колоколообразные купола диаметром до 1,5 м и высотой 2—3 м. В конце главного хода расположены поглощающие поноры, почти полностью заполненные глиной. Пещера Чернечья — типичная пещера-понор, некогда поглощавшая поверхностный водоток балки.

Подземные карстовые формы в верхнесарматских известняках представлены различными по форме и размерам кавернами и карстовыми каналами, часто заполненными зеленой или бурой глиной. Две небольшие пещеры известны на правом берегу р. Тягинки. Они развиты по напластованию ракушечных известняков и имеют длину 12—15 м. В сводах пещер наблюдается несколько вертикальных каналов колоколообразной формы.

В мезотических известняках подземные карстовые полости не известны. О значительной закарстованности этих известняков

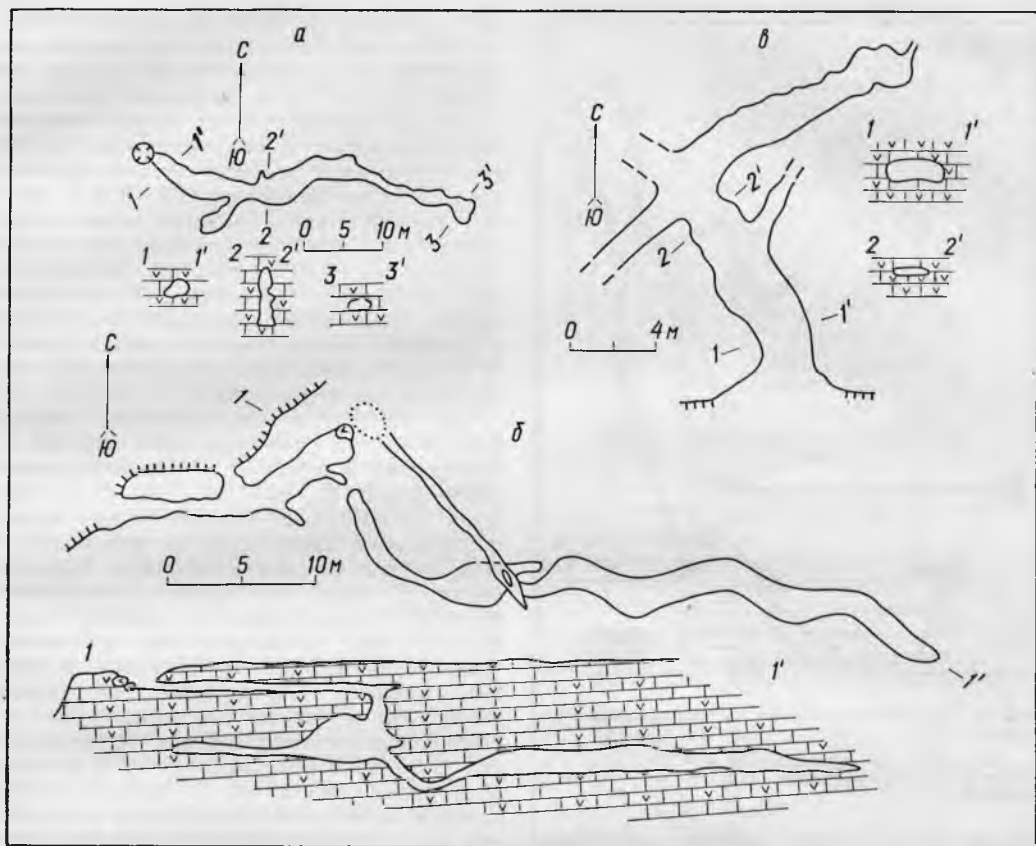


Рис. 30. Карстовые полости Нижнеприднепровского карстового района (планы и разрезы, по материалам Л. Н. Сухова):

а — Сторчева-1; б — Сторчева-2; в — Эварничского (условные обозначения см. на рис. 4)

свидетельствуют частые поглощения бурового раствора.

В понтических известняках пещеры известны в низовьях р. Ингульца. Близ с. Федоровки пещеры развиты на правом берегу р. Ингульца. Пещера Сторчева-2 открывается на поверхности структурной террасы провальным колодцем глубиной 2 м. На дне начинается горизонтальный ход, который на расстоянии 10 м пересекается вертикальной трещиной бортового отпора. В 3 м ниже начинается следующий небольшой горизонтальный ход, кончающийся понором (рис. 30, б). Две другие пещеры этого района расположены на

склонах долины р. Ингульца и представляют собой типичные пещеры-источники (рис. 30, а, в). Пещеры, расположенные между балками Каменной и Ворониной, находятся на высоте 4—4,5 м над уровнем р. Ингульца. Они также представляют собой пещеры-источники. Длина самой большой из них 50 м, ширина у входа 5 м, в глубине 0,5—0,6 м, высота у входа 2,0 м, в дальней части 0,4—0,5 м. Все карстовые полости района антропогенного возраста.

В Черноморском карстовом районе древний поверхностный карст проявляется в виде разнообразных погребенных воронок [31, 222]. Современные и древние

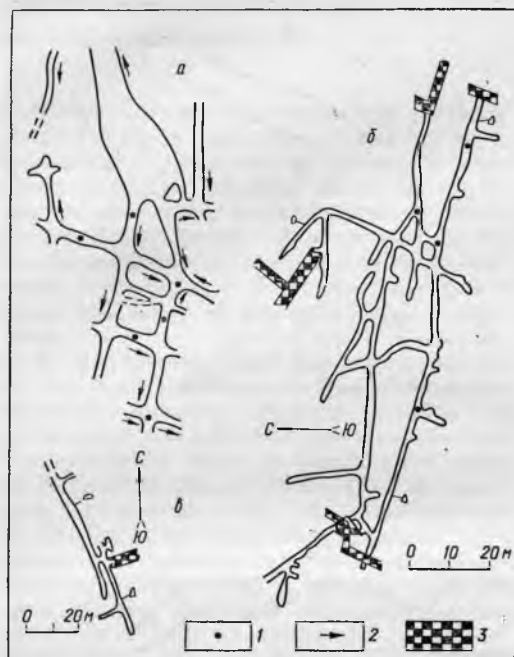


Рис. 31. Карстовые полости Черноморского карстового района [193]:

а — Заповедная; б — Одесская-II; в — Наталина. 1 — купола в сводах; 2 — уклон дна; 3 — искусственные выработки

подземные карстовые формы прослеживаются в береговых обрывах и представлены всевозможными кавернами и карстовыми каналами. Горными выработками изредка вскрываются небольшие пещеры.

В районе г. Одессы карстующейся породой являются понтические известняки мощностью от 5 до 16 м. Они залегают на плотных водоупорных мезотических глинах, перекрыты плиоценовыми красно-бурыми глинами мощностью свыше 4 м и лессовидными суглинками мощностью 20—27 м. Таким образом, в настоящее время на большей части района наблюдается покрытый карст [107].

Понтические известняки представлены ракушечными и биоморфно-детритусовыми разновидностями различной степени перекристаллизации. Равномерно сцементированные разновидности содержат в среднем 97% CaCO_3 , перекристаллизованные — 93% (в составе нерастворимого остатка послед-

них увеличено до 5,6% содержание SiO_2). На фоне общего полого-моноклиналиного залегания известняков (углы падения на юго-восток до 2°) в пределах Одесского плато прослеживаются несколько пологих антиклинальных и синклиналиных структур. Известняки разбиты трещинами с основными простираниями 290—330 и 30—60°. Нижняя часть разреза известняков обводнена. С этим водоносным горизонтом связаны многочисленные, но малодебитные (2—3 л/с) источники. Вода имеет значительную минерализацию (2—3 г/л) и в основном сульфатный натриевый состав. В толще лессовидных суглинков местами наблюдается верховодка.

До 1970 г. в Черноморском районе была известна одна карстовая полость — Заповедная пещера — с местонахождением плиоценовой фауны [193, 194, 284]. Пещера заложена в нижней части толщи понтического известняка, на крыле пологого антиклинального поднятия Водяной балки. В плане она представляет собой систему пересекающихся пустот, заложенных по тектоническим трещинам (рис. 31, а). Общая длина ходов, вскрытых горными выработками, составляет около 380 м, объем достигает 1000 м³. Поперечные сечения пещеры треугольные или близкие к ним, высотой от 2 до 4 м и шириной 1,6—2,7 м. В нижней части галерей имеются нишеподобные расширения максимальной шириной до 10 м. Кое-где ниже уровня этих расширений наблюдаются горизонтальные желоба со сглаженными краями. В сводовой части пещеры отмечаются многочисленные купола, представляющие собой расширенные трещины, в залоподобном расширении, возникшем на пересечении трех ходов, обнаружен крупный карстовый колодец, в прошлом соединявший пещеру с поверхностью. Дно карстовой полости не обладает выдержанным уклоном. Очевидно, после образования основных галерей в условиях сплошного обводнения пещера перешла в субаэральную стадию развития и была переработана водными потоками, поступающими с поверхности через карстовые воронки и колодцы. Это подтверждается также распределением водно-механических отложений (красно-бурая и серая глина, обломки известняка и др.) и костного материала [193].

В 1971—1977 гг. в Черноморском районе было открыто еще несколько карстовых пещер (их описание дано в основном по материалам К. К. Пронина). Пять из них представляют собой трещинные полости длиной 554 м (Одесская-II), 108 (Наталина), 59 (Мудрости), 40 (Одесская-I), 32 м (Поисковая). Они расположены на склонах Водяной балки в условиях, сходных с условиями заложения Заповедной пещеры. В с. Усатово Беляевского р-на обнаружено несколько полостей, заполненных суглинком. В с. Виноградном Березовского р-на и на х. Гуляй Балка Коминтерновского р-на горными выработками вскрыто несколько мелких полостей длиной до 7—8 м и объемом 10—15 м³.

Наибольший интерес представляет крупнейшая на юге Украины пещера Одесская-II (рис. 31, б). Она имеет лабиринтовый характер и на некоторых участках образует два этажа. Поперечные сечения верхнего этажа треугольные, нижнего — оваловые. В пещере наблюдаются купола высотой до 6 м и диаметром до 1,1 м. Верхняя часть куполов заложена в плитчатом перекристаллизованном известняке.

Все пещеры района сухие. В Поисковой пещере встречаются кальцитовые коры, в Поисковой и Одесской-II — гипсовые коры, в Одесской-II и Мудрости — гипсовые антодиты в виде закрученных и волокнистых кристаллов.

Время образования большинства пещер на юге Черноморского карстового района довольно точно определяется по находкам ископаемой фауны (средний плиоцен).

РАВНИННО-КРЫМСКАЯ КАРСТОВАЯ ОБЛАСТЬ

Равнинно-Крымская карстовая область расположена на территории Крымской административной области УССР. В ее пределах выделено два карстовых района — Тарханкутско-Новоселовский (5600 км²) и Севастопольский (160 км²). Первый от поверхности комплекс растворимых пород сложен понтическими, мэотическими, верхне- и среднесарматскими отложениями мощностью от нескольких десятков до

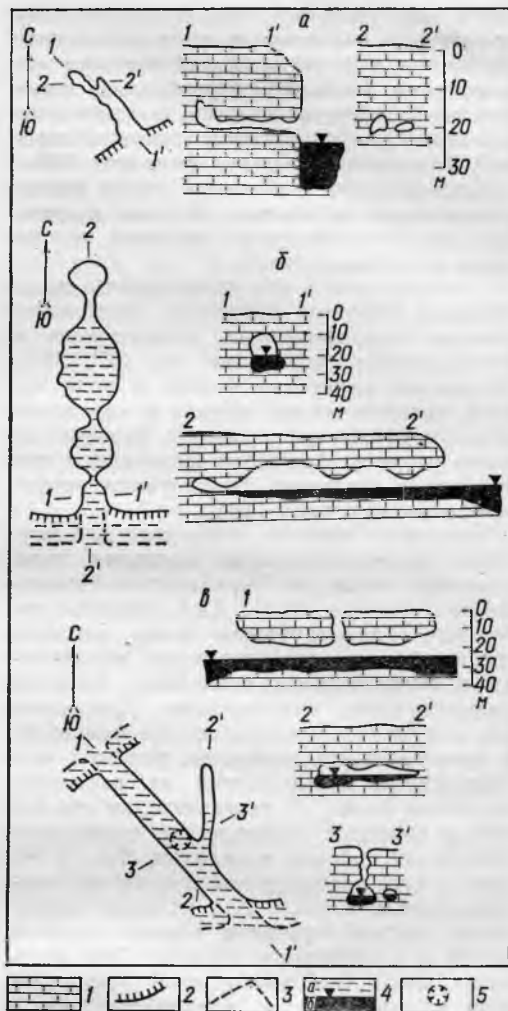


Рис. 32. Карстовые полости Тарханкутско-Новоселовского карстового района (планы и разрезы) [207]:

a — сухие; *б*, *в* — полузатопленные. 1 — известняки; 2 — береговые обрывы; 3 — подводные уступы; 4 — море (*a* — в плане, *б* — в разрезе); 5 — колодец в своде

160 м. Литологически они представлены чистыми (содержание нерастворимого остатка в среднем 1,5—2,0%), оолитовыми, детритусовыми и ракушечными известняками. Неогеновые отложения залегают довольно спокойно (углы падения 2—12°).

Лишь местами они осложнены пологими антиклинальными и синклинальными складками и разбиты тектоническими нарушениями на блоки. Преобладает поровый тип водопроницаемости, в приразломных зонах — трещинный и трещинно-поровый. В пределах области выпадает 300—350 мм осадков, в большей части расходующихся на испарение. Питание подземных вод осуществляется за счет таяния снега и сильных ливней.

Поверхностные карстовые формы представлены каррами, понорами, карстовыми нишами, коррозийными, провальными и просадочными воронками [2, 177, 251]. Подземные карстовые формы в виде каверн, закарстованных трещин и карстовых каналов различных размеров развиты по всему разрезу. Часто они выявляются при бурении и отчетливо фиксируются геофизическими методами [186].

Карстовые полости, доступные для изучения спелеологическими методами, пока известны только в Тарханкутско-Новоселовском районе [207]. Юго-западное побережье Тарханкутского п-ова сложено органогенными, детритусовыми, оолитовыми и онколитовыми слоистыми, местами косослоистыми, известняками. Донеогеновые отложения, представленные меловыми и палеогеновыми породами, разбиты тектоническими нарушениями на разноприподнятые блоки. В результате их движений в плiocене—антропогене сарматские известняки собраны в складки. Все 11 пещер района расположены в пределах поднимающихся блоков, для которых характерны крутые береговые обрывы высотой до 15 м и отсутствие пляжей. Они заложены вдоль зон интенсивной тектонической трещиноватости, локализирующихся в сводовых частях антиклинальных складок либо на их крыльях у разломов, ограничивающих блоки с разным знаком движения.

По современному положению относительно уровня моря выделяются три группы пещер — сухие, полузатопленные и затопленные.

Сухие пещеры расположены в 0,5—2,0 м выше уровня моря (рис. 32, а). Их длина не превышает 15 м. В продольном разрезе пещеры имеют неправильную клинообразную форму, в поперечных сечениях — трапециoidalную форму, свойствен-

ную полостям, заложенным в слоистых породах. Наибольшая ширина пещер достигает 5—8 м, высота — 3—6 м. Одна из пещер имеет боковое ответвление, кончающееся небольшой округлой камерой. Стены ее покрыты белыми и светло-желтыми кристаллами кальцита.

Полузатопленные полости расположены на уровне моря (рис. 32, б). Глубина воды в них достигает 3—4 м, а высота сводов — 7—8 м. Шесть полузатопленных пещер Тарханкутского п-ова имеют длину от 16 до 150 м. Их морфология в целом сходна с морфологией сухих полостей, однако привходовые участки переработаны и расширены абразией. Этим объясняются их значительные размеры (ширина до 34 м, высота до 9 м) и характерные округлые формы. Особенно интересен тоннель длиной 80 м, прорезающий один из мысов и открывающийся в небольшую бухту (рис. 32, в). Он имеет почти постоянные ширину и глубину, принимает с севера 36-метровый «приток» и соединяется с поверхностью 20-метровым карстовым колодезем, единственным образованием такого рода в Равнинном Крыму. От устьевых частей полузатопленных пещер начинаются подводные каньоны глубиной 15—20 м и длиной несколько сот метров. Они имеют крутые борта, на дне лежат крупные глыбы, очевидно представляющие собой остатки сводов уничтоженных абразией пещер. В тыловых частях полузатопленных пещер наблюдаются скопления окатанной гальки и песка, сформированные во время штормов.

Затопленные полости расположены на глубине от 2 до 7 м от поверхности. Морфологически они сходны с сухими и полузатопленными пещерами. В одной из них обнаружены сталактиты длиной 20—30 см.

Все пещеры Тарханкутского п-ова относятся к коррозионно-эрозионному генетическому классу, представляют собой древние пещеры-источники или вскрытые абразией пещеры. О карстовом происхождении убедительно свидетельствует их морфология, в частности наличие боковых ходов, впадающих в главный ход под острым углом, и натечных форм. Положение по отношению к современному уровню моря свидетельствует о новейших дифференцированных тектонических движениях,

которые привели к подтоплению некоторых пещер морем и их абразионной переработке [162].

Изучение карста Равнинно-Крымской карстовой области необходимо при проектировании сооружений с повышенными нагрузками на основания (свыше $2,5 \text{ кг/см}^2$), а также при изысканиях под гидротехнические объекты и мелиоративные системы [104].

Исследование затопленных карстовых полостей с применением акваланга, а так-

же комплекса геолого-геохимических, геофизических и гидрогеологических методов представляет большой интерес для выяснения специфических условий субмаринной разгрузки. Тарханкутская карстовая область может быть учебно-методическим полигоном, результаты работ на котором можно использовать при изучении более сложных в геологическом и гидрогеологическом отношении участков субмаринной разгрузки на Черноморском побережье Крыма и Кавказа.

МИКРОКЛИМАТ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

В 1970-е гг. в отечественной географической литературе были изложены представления о существовании специфического подземного ландшафта со своим климатом, гидрографической сетью, растительностью и животным миром [33, 40]. Следует отметить, что в данном случае правильнее применять термин *микроклимат*, понимая под ним режим метеорологических элементов (атмосферного давления, температуры и влажности, газового состава воздуха) внутри пещеры или шахты определенного морфогенетического типа [80]. Сведения о микроклимате карстовых полостей необходимы при использовании последних в качестве туристско-экскурсионных объектов и в других хозяйственных целях, при эксплуатации подземных биоспелеологических и гидрогеологических стационаров, при использовании пещер для спелеотерапии. Без знания термодинамических параметров воздуха не возможны расчет конденсационной составляющей водного баланса карстовых областей, оценки температурного режима зоны аэрации и геотермических условий карстовых массивов в целом.

Проблема формирования микроклимата карстовых полостей очень сложна, противоречива и весьма слабо освещена в специальной физико-географической и карстологической литературе [33, 37, 167, 232, 263, 297, 311]. На Украине наиболее детальные исследования микроклимата пещер проведены в Горно-Крымской [73, 80, 290], Карпатской [72] и Подольско-Буковинской [87] карстовых областях. В 380 пещерах этих областей в 1959—1977 гг. выполнено около 60 тысяч замеров температуры и влажности воздуха в различные сроки наблюдений и на разной глубине, получено более 8 тысяч суточных записей изменений этих параметров. В других карстовых областях Украины выполнены только единичные маршрутные замеры температуры и влажности воздуха.

При проведении микроклиматических исследований использовались стандартные приборы: срочные, минимальные и максимальные термометры, аспирационные психометры, барометры-анеронды, крыльчатые и чашечные анемометры, газоопределители-интерферометры. Эти приборы обеспечили замеры температуры, влажности, давления, скорости движения и газо-

вого состава воздуха с ошибкой соответственно $+0,1-0,2^{\circ}\text{C}$; $\pm 1-2\%$; $\pm 100\text{ Па}$; $\pm 0,1\text{ м/с}$; $\pm 0,5\%$ CO_2 и CH_4 . Кроме того, применялись стандартные самопишущие приборы: термографы, гигрографы и барографы, дающие несколько большую ошибку.

Первичная обработка материалов проводилась путем введения всех необходимых поправок (инструментальной, на атмосферное давление и др.). Наблюдения над давлением воздуха на поверхности и под землей приводились к одной плоскости сравнения по формуле Бабинэ. Психрометрическая съемка обрабатывалась по специальным таблицам и Id -диаграмме состояния влажного воздуха. Затем строились температурные и влажностные разрезы, микроклиматические сечения, диаграммы температурных полей, определялись корреляционные зависимости между температурой (влажностью) и глубиной (длиной) данной полости, поверхностной температурой, скоростью воздушного потока и перепадом давления на расчетном интервале.

На заключительном этапе обработки материалов с помощью ЭВМ рассчитывалась математическая модель изменения микроклимата пещеры. Следует подчеркнуть, что в изучении микроклимата пещер преобладает подход, обычный в физике свободной атмосферы. Это определяется тем, что исследованиями занимаются или физико-географы (В. А. Альтберг, В. М. Бояркин, Б. А. Гергедава, М. Пулина, Б. Денеш), или климатологи (Г. Ф. Прихотько, В. Грессель, Р. Заар и др.). Между тем законы движения воздушных масс, выведенные для открытой атмосферы, применимы под землей ограничено. В пещерах воздушный поток четко канализован и подчиняется законам аэродинамики, выведенным для трубопроводов и широко используемым в горном деле [185]. Эти соображения положены нами в основу всех микроклиматических расчетов.

Микроклиматическая классификация карстовых полостей. В литературе известно несколько подходов к этой проблеме. Большинство исследователей, считая ведущим фактором формирования пещерного микроклимата температуру свободной атмосферы, выделяют холодные и теплые

карстовые полости [139, 160, 297 и др.]. Холодные полости имеют температуру ниже, а теплые выше по сравнению со среднегодовой на поверхности.

Вторая группа исследователей считает ведущим фактором движение воздуха. По этому признаку выделяют динамические, статические и статодинамические полости [310, 311]. Каждый из приведенных методических подходов не лишен недостатков. Основной из них — отсутствие морфологических критериев, которые, по нашим данным, являются определяющими. При выделении теплых и холодных пещер редко оговаривается, что имеется в виду температура воздуха в «нейтральной» зоне. Не имеет четкого определения статодинамический тип полостей. Одни исследователи выделяют его по количественному признаку (по определенной силе тяги), другие — по временному признаку (летом вход открыт — динамический тип; зимой вход закрыт снегом — статический тип; в целом полость статодинамическая).

Для каждой карстовой полости характерны одновременно какой-то температурный режим и определенный тип циркуляции воздуха. Это отмечал еще А. А. Кругер [139] при выделении холодного, теплого и ветрового типов пещер. В дальнейшем Б. А. Гергедава [40] выделил по температурному признаку жаркие, теплые, умеренные и холодные типы, а по особенностям движения воздуха — безветровые и ветровые типы пещер.

Мы полагаем, что самостоятельная климатическая классификация, оторванная от морфогенетической классификации карстовых полостей, лишена практического смысла. На основании изучения микроклимата пещер Крыма, Карпат и Подольи предлагаем следующую рабочую схему.

Полости коррозионно-гравитационного класса по особенностям движения воздуха (коэффициент воздухообмена более 5) относятся к динамическим; $t_{\text{наз}}$ для них обычно меньше $t_{\text{подз}}$, а $e_{\text{наз}}$ на протяжении всего года больше $e_{\text{подз}}$. Это определяет их принадлежность к теплому подтипу с активными на протяжении всего года конденсационными процессами. Состав воздуха близок к атмосферному.

Полости нивально-коррозионного класса относятся к статическим («холодный мешок»); $t_{\text{наз}}$ для них больше $t_{\text{подз}}$,

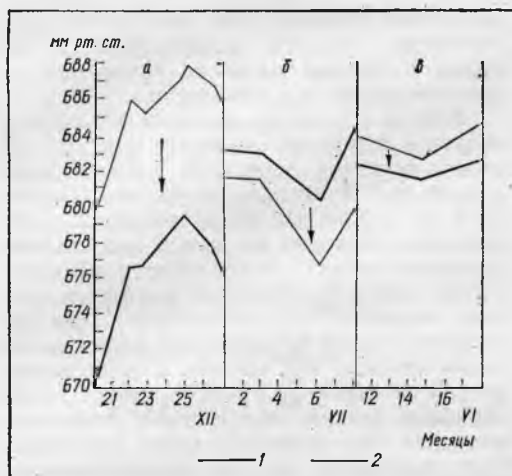


Рис. 33. Направление движения воздуха в карстово-эрозийных полостях Горного Крыма.

Атмосферное давление: 1 — на поверхности; 2 — под землей. Карабийский массив: а — холодный период (тяга наружу); б — теплый период (тяга внутрь). Чатырдагский массив: в — теплый период (инверсионная тяга наружу)

$e_{\text{наз}}$ в теплый период иногда больше $e_{\text{подз}}$. Конденсационные процессы в них идут слабо. Воздух характеризуется повышенным (до 0,5%) содержанием углекислого газа (в основном за счет окисления органических веществ, занесенных с поверхности).

Полости карстово-эрозийного класса в зависимости от морфологии могут относиться к статическим (пещеры-поноры, пещеры-источники), динамическим (вскрытые пещеры, пещеры-источники) и статодинамическим (входы перекрываются снегом, пещера имеет сифоны с меняющимися уровнями воды); $t_{\text{наз}}$ обычно больше $t_{\text{подз}}$ (кроме «теплых мешков»), а $e_{\text{наз}}$ в теплый период больше $e_{\text{подз}}$. Летом процессы конденсации активны. Близ разломных зон повышено содержание CO_2 (до 4,5%) и CH_4 (до 3%).

Вопросы микроклиматической классификации карстовых пещер и шахт, как и проблема изучения их микроклимата в целом, требуют дальнейшей разработки с постановкой стационарных наблюдений.

Движение воздуха. Главной причиной возникновения движения воздуха под зем-

лей является разница плотностей двух столбов воздуха: поверхностного и подземного, двух поверхностных или двух подземных. Теоретической основой аэрологических расчетов служат уравнение неразрывности потока и уравнение Бернулли. Сжимаемость воздуха в практических расчетах обычно пренебрегают.

В карстовых полостях, имеющих входы на разной высоте или соединяющихся с поверхностью узкими трещинами, в теплый период воздух находится в нисходящем, а в холодный — в восходящем движении. Направления движения воздуха в карстовых водоносных системах хорошо фиксируются с помощью приведенных к одной плоскости сравнения барограмм (рис. 33).

В летний период давление на плато горных массивов больше, чем в карстовых полостях, в холодный — меньше. Если в какой-либо карстовой полости наблюдаются отклонения от этой зависимости, следует искать неизвестные продолжения пещеры, вызывающие аномалию. Например, на Чатырдагском массиве все полости, расположенные на нижнем плато, в летний период имеют аномальную «зимнюю» тягу, в зимний — аномальную «летнюю». Это объясняется наличием связи карстовых пещер нижнего плато с трещинно-карстовыми системами верхнего плато.

В весенний и осенний переходные периоды давление воздуха на поверхности близко к давлению под землей. В это время направления движения воздуха под землей определяются другими причинами: «подсосом» воздуха при сильных ветрах на поверхности, изменениями уровня подземных потоков и др.

Двухходовые пещеры характеризуются «динамическим» режимом. Фактические скорости движения воздуха в разных частях пещер и в разные сезоны варьируют от 0 до 10 м/с. Поэтому для характеристики микроклимата пещер удобнее использовать более устойчивый показатель — коэффициент воздухообмена (отношение объема воздуха, проходящего через полость за сутки, к объему полости [80]). В динамических пещерах Крыма средний коэффициент воздухообмена изменяется от 7 (вскрытые пещеры) до 40 (карстово-гравитационные колодцы и шахты).

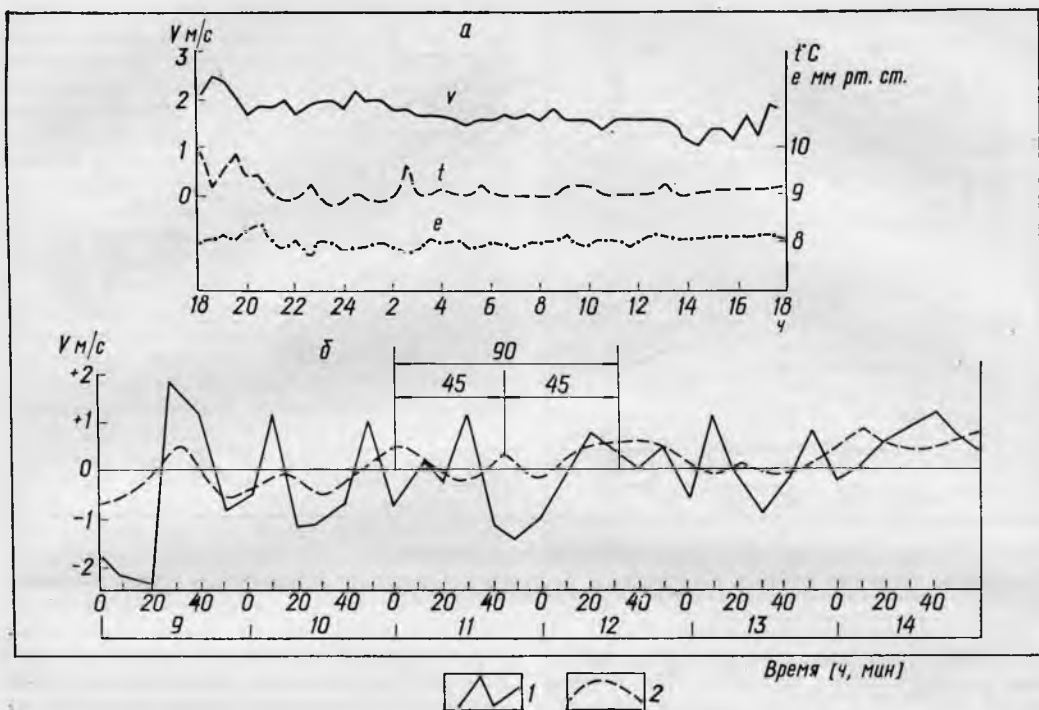


Рис. 34. «Пещерное дыхание» в карстовых полостях Украины:

а — Красная пещера (Крым). Пульсация воздушной тяги (по скорости), температуры и влажности воздуха в Ветровом окне, 26.II 1976 г.; б — Оптимистическая пещера (Подолья). Пульсации воздушной тяги по направлению и скорости во входе в район Ветровой пещеры, 26.VIII 1967 г. Движение воздуха: плюс — из пещеры; минус — в пещеру. 1 — истинное значение скорости; 2 — сглаженное значение скорости

Более сложен микроклиматический режим двуходовых пещер других карстовых районов Украины. Для них характерен небольшой перепад атмосферного давления на поверхности и под землей. Лабиринтовый характер пещер, часто состоящих из множества (от 5 до 100 и более) параллельных галерей, соединенных между собой узкими ходами и щелями, обуславливает сложность путей движения воздуха и невысокие скорости воздушных потоков (0,1—0,4 м/с). Коэффициент воздухообмена для пещер Подольско-Буковинской и Причерноморско-Азовской карстовых областей не превышает 3, что позволяет отнести их к статическому типу.

В пещерах Подольско-Буковинской карстовой области, а также в некоторых лабиринтовых пещерах Крыма (Красная пещера) отмечается «пещерное дыхание»,

т. е. движение воздуха, изменяющееся по силе и направлению с периодичностью от нескольких секунд до одного часа (рис. 34). Механизм «пещерного дыхания» изучен слабо. Причиной подобных автоколебательных процессов могут быть изменение атмосферного давления [312], конденсация и испарение влаги [295] или морфология привходовой части полости, обуславливающая накопление более холодного воздуха и его периодический «прорыв» в глубину пещеры через узкий вход [87]. Период и амплитуда «пещерного дыхания» определяются свойствами колебательной системы (объемами и степенью связности разных частей лабиринта).

В одноходовых полостях воздушная циркуляция слабая (коэффициент воздухообмена менее 5; статический тип). На направление и скорость движения возду-

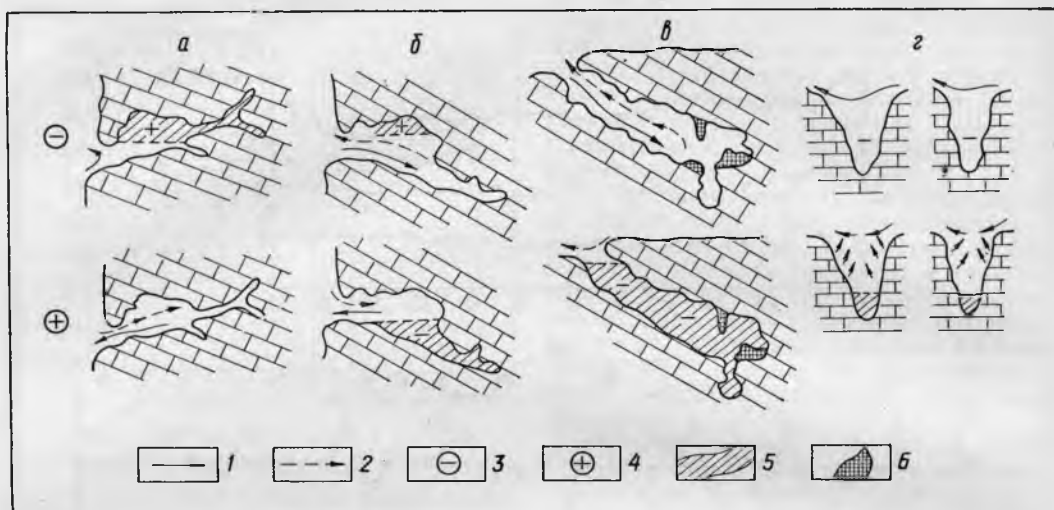


Рис. 35. Пещеры «теплые» (а) и «холодные» (б — в) «мешки».

Направление движения воздуха: 1 — холодного, 2 — теплого. Период: 3 — холодный, 4 — теплый; 5 — зона с застойным теплым или холодным воздухом; 6 — конгляционный лед

ха влияют факторы, обычно мало заметные у двувходовых полостей. На первом месте стоит морфология полости. Это послужило основанием для выделения детально описанных в литературе пещер — «холодный мешок» и «теплый мешок» (рис. 35). В Горно-Крымской карстовой области классическим примером «холодного мешка» является вскрытая пещера Бузлук в Карабийском карстовом районе (рис. 58). К этому же подтипу относятся все нивально-коррозионные колодцы и шахты с широкими входами (коэффициент воздухообмена до 2) и пещеры-порны.

В других карстовых областях Украины пещеры «холодные мешки» можно встретить там, где имеются благоприятные условия для «затекания» в пещеру зимнего или ночного воздуха. Классический пример этому пещера Вертеба в Приднестровском карстовом районе. Она имеет самую низкую температуру воздуха по сравнению со всеми гипсовыми пещерами Подолы (8,2°С). Входы в пещеры «теплые мешки» располагаются обычно на склонах горных массивов (Крым, пещера-источник Медовая; Карпаты, пещера Молочный Камень) или на бортах речных долин (Подол-

ля, пещера Кристальная; пещеры второй Гряды Крымских гор, Кременецкого района и др.). К этому подтипу относятся также нивально-коррозионные колодцы и шахты с узкими входами. Зимой их обычно перекрывает снег, поэтому в полостях сохраняется теплый воздух. В одновходовых пещерах движение воздуха может возникнуть также за счет разности плотностей двух столбов воздуха, вызванной инсоляционным прогревом, резких изменений атмосферного давления и влажно-адиабатического сжатия воздуха.

Из литературы известно довольно много попыток разработки расчетных схем воздухообмена в карстовых полостях [49, 285, 289, 306, 311 и др.]. К сожалению, все они пока мало пригодны для практических расчетов в связи со сложностью и взаимным наложением в реальных пещерах линейных и нелинейных колебаний разной амплитуды, искажающим результаты расчетов.

Температура и влажность воздуха. Теоретической основой всех расчетов теплового состояния карстовых полостей является закон, установленный Ньютоном. Количество тепла, которым воздушный поток обменивается со стенками полости,

зависит от коэффициента теплоотдачи, разности температур стен и воздуха, площади поверхности теплоотдачи и времени теплообмена. На этом основании предложен ряд расчетных зависимостей для определения температуры воздушного потока в любой точке полости [49, 289, 293]. Большой интерес представляет балансовый подход к проблеме, предложенной в СССР В. С. Лукиным [160] и развитый во Франции К. Андрио [286].

Для карстовых полостей Горного Крыма выведены эмпирические зависимости, связывающие температуру и влажность в карстовых полостях разного типа с расстоянием от входа (длиной или глубиной). Первые обобщения разнородного по времени наблюдений материала привели к довольно простой зависимости, удовлетворительно аппроксимирующей уравнением вида $y = ax^b + c$ [80]. В ближней части полости (до 40—60 м) происходит выравнивание поверхностной температуры. Здесь отмечен наибольший разброс точек наблюдений (годовая амплитуда колебаний температуры до 10—15°С, влажности — до 5—8 мм рт. ст.). Дальняя часть полости — «нейтральная» зона, где, как правило, при данной точности наблюдений отсутствуют месячный и даже сезонный ходы метеозлементов*. Температура и влажность «нейтральной» зоны, являются «микrokлиматическим паспортом» данной полости и основанием для отнесения ее к тому или иному микrokлиматическому типу.

Детальные исследования, проведенные Л. М. Соцковой, выявили наличие нескольких скачков температуры и влажности (рис. 36). Причины их возникновения различны. В одних случаях инверсионный скачок связан с резкими понижениями температуры на поверхности. В пещерах-понорах и пещерах-источниках, лишенных в настоящее время воды, он наблюдается в 10—40 м от входа. Во вскрытых пещерах — сдвинут от входа на расстояние 110—120 м, что определяется влиянием входной шахты. В последней накапливается более холодный воздух, который «затекает» в горизонтальную часть,

* Использование более точных приборов позволяет выявить в этой зоне даже суточный ход температуры и влажности.

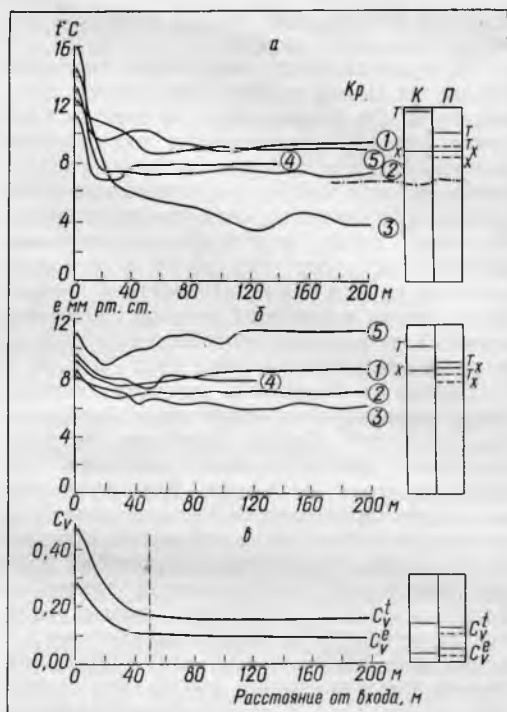


Рис. 36. Изменения температуры (а), абсолютной влажности воздуха (б) и коэффициентов их вариации (в) по длине (глубине) карстовой полости (Крым — Кр) и в «нейтральной» зоне (Карпаты — К, Подолия — П).

Для пещер Подолии и Карпат: сплошная линия — теплый период, пунктирная — холодный период; т — полости теплового подтипа, х — полости холодного подтипа. Для пещер Крыма (цифры в кружках): 1 — пещеры-поноры (16), 2 — шахты-поноры (26), 3 — вскрытые пещеры (76), 4 — пещеры-источники без воды (10), 5 — пещеры-источники с водой (10). В скобках указано количество полостей, по которым построены осредненные кривые. Штрих-пунктиром показана среднегодовая температура на поверхности

вызывая ее охлаждение. В других случаях скачек температуры возникает за счет притока воздуха из более теплых или холодных галерей, либо за счет активной конденсации и испарения. Температурные измерения, проведенные по поперечным сечениям карстовых полостей Крыма, свидетельствуют об очень сложной структуре тепловых потоков. Иногда наблюдаются инверсионные скачки, достигающие 5—6°С и 4—5 мм рт. ст., на расстоянии 0,5—0,8 м (пещера-источник Басман-3, входной зал

Красной пещеры, зал на дне вскрытой пещеры Бездонной и др.).

Режим влажности карстовых полостей Крыма не менее сложен, чем режим температуры. Он формируется за счет поступления влаги с поверхности, охлаждения поступающего в пещеры воздуха, увлажнения его при контакте с подземными водотоками и инфильтрационными водами. Во всех типах коррозионно-эрозийных полостей на расстоянии до 20 м от входа происходит снижение абсолютной влажности, затем некоторый ее рост, особенно сильный в пещерах-источниках с современными водотоками (рис. 36).

Общей особенностью микроклиматического режима всех коррозионно-эрозийных полостей Крыма является быстрое снижение коэффициентов вариации по мере удаления от входа. Коэффициенты вариации температуры устанавливаются на уровне 0,18—0,20, а абсолютной влажности — 0,08—0,10. Резкий перегиб на кривой изменений коэффициентов вариации можно принять границей привходовой «уравнивающей» и «нейтральной» микроклиматических зон (рис. 35). Проверка значимости отклонений от средних значений температуры и влажности в пределах «нейтральной» зоны с помощью *H*-критерия [127] показала их несущественность. Таким образом, каждый тип карстовых полостей коррозионно-эрозийного класса характеризуется весьма устойчивыми значениями температуры и влажности воздуха в «нейтральной» зоне, которые можно использовать для дальнейших термодинамических расчетов.

Коррозионно-гравитационные и нивально-коррозионные полости имеют своеобразные температурный и влажностный режимы, обусловленные незначительными глубиной и размерами, частым скоплением снега. В полостях с широкими входами в холодный период отмечается четкий суточный ход метеоэлементов, в теплый период происходит их постепенный прогрев. Полости с узкими входами характеризуются суточным ходом метеоэлементов в теплый период [80].

Карстовые пещеры Карпат можно разделить на две группы. Теплые полости расположены на склонах известняковых утесов. Температура воздуха в их «нейтральной» зоне в теплый период достигает

13—14° С, абсолютная влажность — 10,4 мм рт. ст. (рис. 36). Холодные полости имеют входы на гребнях утесов (вскрытая пещера Дружба). Температура воздуха в них составляет 8,5° С, абсолютная влажность — 8,3 мм рт. ст. Коэффициенты вариации температуры и влажности значительно больше (0,15—0,18) в теплых и меньшие (0,05—0,08) в холодных полостях. Сведений об изменениях микроклиматических параметров пещер Карпат в холодный период нет.

Карстовые пещеры Приднестровской Подолии также подразделяются на холодные со входами на водораздельных плато (Вертеба, Озерная, Оптимистическая) и теплые со входами на склонах речных долин (Млынки, Кристальная, Сталактитовая). В холодных пещерах температура в «нейтральной» зоне на протяжении года изменяется от 8,0 до 8,9° С ($C_v = 0,12$), абсолютная влажность — от 7,6 до 8,4 мм рт. ст. ($C_v = 0,07$). В теплых пещерах температура более высокая: от 9,2 до 10,5° С ($C_v = 0,04$). Абсолютная влажность также несколько выше: 8,2—9,0 мм рт. ст. ($C_v = 0,03$). Тепловые и влажностные поля лабиринтовых пещер имеют очень сложную структуру. В верхней части галерей, как правило, воздух более теплый, в нижней — более холодный. В отдельных залах отмечаются значительные градиенты температур, достигающие 1,5° С/м [87].

Наиболее сложным микроклиматическим режимом характеризуются карстовые полости с современными водотоками и водоемами. Непроточные водоемы в холодный период непрерывно отдают тепло, которое идет на прогревание поступающего с поверхности воздуха. В теплый период вследствие наличия над водой теплоизолирующей прослойки плотного холодного воздуха они прогреваются медленно. Поэтому температура воды непроточных водоемов обычно довольно низкая (в Горном Крыму в среднем +6,1° С; $C_v = 0,24$). Проточные водоемы имеют значительно более высокую температуру (+9,5° С; $C_v = 0,05$).

В привходовой «уравнивающей» части карстовых пещер Украины относительная влажность изменяется от 40 до 100%. Это одна из причин широкого развития процессов физического выветривания и фор-

мирования термогравитационных отложений. В «нейтральной» части карстовых полостей относительная влажность обычно составляет 96—100%.

Между температурой и влажностью воздуха в «нейтральной» части карстовых полостей Украины существует четкая связь (коэффициент корреляции $0,91 \pm 0,06$) (рис. 37): с повышением температуры воздуха происходит повышение абсолютной влажности. Исключения составляют пещеры-источники с постоянными водотоками. В них всегда отмечается аномально высокая для данной температуры влажность, связанная с увлажняющим влиянием подземных потоков.

В заключение рассмотрим вопрос о взаимоотношении среднегодовой температуры воздуха на поверхности и под землей. В спелеологической литературе [304, 311 и др.] часто высказывалось утверждение о существовании обратной связи между высотой местности и температурой пещер. Из рис. 36 следует, что температура воздуха в карстовых полостях Крыма, Карпат и Подолии не зависит от среднегодовой температуры воздуха на поверхности. Главными факторами, определяющими микроклимат карстовых полостей, являются их морфологические особенности и интенсивность воздухообмена.

Газовый состав воздуха. Сведения о составе воздуха в карстовых полостях Украины немногочисленны и касаются в основном Горного Крыма. В литературе есть не подтвержденные анализами указания о скоплениях углекислого газа в Туакской пещере на Карабийском и шахте Бездонной на Агармышском горных массивах [120, 230 и др.]. В 1963 г. И. М. Гуневский [61] опубликовал первые данные о составе воздуха Кристальной пещеры. В 1974 г. В. В. Апостолук и П. П. Горбенко [4] дали довольно подробную характеристику газового состава Кристальной и Озерной пещер. В 1964—1977 гг. более детальные исследования были выполнены сотрудниками полевых отрядов ИМР и Симферопольского государственного университета им. М. В. Фрунзе [80]. Они изучили газовый состав воздуха из 39 карстовых полостей (80 проб воздуха проанализировано в лабораториях УкрНИИГаз в г. Харькове и объединения Крымморгеология в г. Симферополе). В 150 полостях

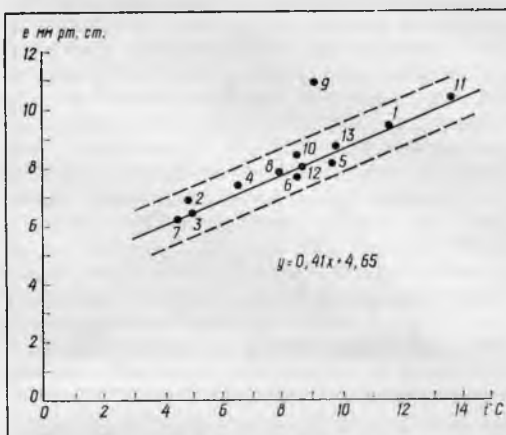


Рис. 37. Микроклиматическая характеристика карстовых полостей Украины (пунктиром показан односиговый предел отклонений от среднего значения).

Горный Крым. Коррозионно-гравитационный класс: 1 — пещеры и шахты; нивально-коррозионный класс: 2 — конусовидные и цилиндрические шахты, 3 — щелевидные шахты, 4 — сложные шахты; коррозионно-эрозионный класс: 5 — пещеры-поноры, 6 — шахты-поноры, 7 — вскрытые пещеры, 8 — пещеры-источники без воды, 9 — пещеры-источники с водой. Карпаты. Коррозионно-эрозионный класс: 10 — холодные пещеры, 11 — теплые пещеры. Подолия. Коррозионно-эрозионный класс: 12 — холодные пещеры, 13 — теплые пещеры

опробование газового состава воздуха производилось на месте шахтным интерферометром ШИ-3. Вследствие хорошей аэрации карстовых полостей струи природного газа в них сильно разбавлены атмосферным воздухом. Для определения исходного состава газопроявлений атмосферный воздух исключался из газовой смеси путем вычислений по общепринятой схеме [258].

Карстовые полости Украины по газовому составу воздуха можно разделить на три группы (рис. 38). Для полостей, расположенных в верхней части зоны аэрации (5—40 м от поверхности), характерны газопроявления углекислого и азотно-углекислого составов, связанные в основном с процессами аэробного разложения органических веществ и частично с подтоком струй газов из зон нарушений. Содержание CO_2 в этих полостях меняется от 0,04 до 0,40% (пещера Кристальная на Подолии — 0,04—0,6, Оптимистическая — 0,06—

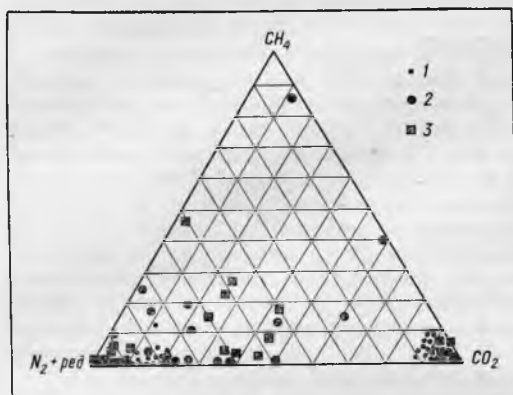


Рис. 38. Состав газов (в %) в карстовых полостях Украины.

Части зоны аэрации: 1 — верхняя; 2 — средняя; 3 — нижняя

0,25, Буковинка — 0,08%). Близ зон тектонических нарушений содержание CO_2 может резко увеличиваться (Золушка — 1,12—2,11%). В составе газозвушной смеси появляется метан (Дружба в Карпатах — 0,20, Оптимистическая — 0,81, Сюндюрлю в Крыму — 0,74%).

Для шахт-поноров и вскрытых пещер, расположенных в средней части зоны аэрации (на глубине 40—260 м от поверхности), характерны газопроявления углекислого, азотного, углекисло-азотного, метано-азотного, метано-углекислого и даже углекисло-метанового составов, связанные с подтоком сухих струй газа и привнесом CO_2 инфильтрационными водами. Содержание CO_2 здесь увеличивается до 0,3—3,0%. Близ тектонических нарушений резко возрастает количество метана (Ход Коном — 0,4%, Гвоздецкого — 0,8, Молодежная — 1,3, Кристальная им. Г. А. Максимо-вича — 6,7%).

Для пещер-источников, расположенных в нижней части зоны аэрации и в пределах зоны сезонных колебаний уровней подземных вод, характерны газопроявления углекислого, азотного и углекисло-азотного составов, связанные с аэробным разложением биогенных органических и углистых веществ, с подтоком сухих струй газа. Содержание CO_2 здесь обычно составляет 0,2—2,8%. В Красной пещере по мере приближения к одной из разломных

зон содержание метана в воздухе возросло от 0,2 до 1,6%.

В большинстве обследованных карстовых полостей Украины концентрации CO_2 и CH_4 не достигали значений, опасных для жизни, однако часто превышали норму, допустимую для рудничного воздуха (CH_4 — 1, CO_2 — 1%). Это следует учитывать при организации стационарных исследований пещер и шахт. Наиболее опасен по газовому режиму теплый период, когда проветриваемость шахт и пещер меньшая, чем в холодный. Единственная карстовая полость Украины, где зафиксирована опасная для жизни концентрация CO_2 , — шахта Бездонная на горе Агармышь [270].

Изучение газового состава воздуха в карстовых полостях Украины показало, что в них, как и в других пещерах и шахтах Европы [308], содержание CO_2 на один-два порядка выше, чем в атмосфере. Это определяет термодинамические условия прохождения коррозионных процессов и карбонатного спелеолитоге-неза. Пути накопления CO_2 в карстовых полостях могут быть различными: за счет инфильтрационных вод, окисления органических веществ, принесенных с поверхности, углистых остатков и сульфидов железа, содержащихся в породе, образования конжеляционных льдов, подтока сухих струй газа, в отдельных глубоких шахтах — за счет процесса термодиффузии. Для выяснения происхождения CO_2 в каждом конкретном случае необходима постановка более тонких экспериментов, в частности определение изотопного состава углерода.

Геотермические условия карстовых массивов. На территории равнинных карстовых областей Украины большинство карстовых полостей находится на глубинах 20—30 м. Поэтому они испытывают влияние сезонных, месячных, в некоторых случаях и суточных изменений солнечной активности. Даже самые крупные карстовые пещеры, расположенные на узких глубоко дренированных междуречьях, не выходят за пределы деятельного слоя, и их влияние на региональное термическое поле невелико. Средняя температура воздуха в «нейтральной» части пещер Приднестровской Подолии и Карпат близка к теоретической температуре слоя постоянных температур, рассчитанной по среднегодо-

вой температуре воздуха на поверхности $+3,7^{\circ}\text{C}$ (соответственно $10,8$ и $10,1^{\circ}\text{C}$) [256]. В районе заложения крупных вскрытых пещер Подолки (Озерная, Оптимистическая и др.), имеющих вследствие особенностей воздушной циркуляции пониженную среднюю температуру ($8\text{--}8,9^{\circ}\text{C}$), возможно локальное увеличение глубины залегания слоя постоянных температур на $40\text{--}50$ м.

Более сложны геотермические условия Горно-Крымской карстовой области. В. Г. Ткачук отмечает, что слой постоянных температур в Равнинном Крыму залегает на глубине примерно 20 м. В Горном Крыму глубина залегания его значительно больше, но для ее определения недостаточно фактических данных [53]. Температура слоя постоянных температур для района Южного Крыма принимается равной 14°C . С. В. Альбов [1] указывал, что Главная гряда хорошо аэрирована и промывается быстро обновляющимися холодными карстовыми водами, которые охлаждают глубокие недра массивов. Для примера он приводит низкую температуру горных пород и воды ($14\text{--}17^{\circ}\text{C}$ в Ялтинском гидротоннеле на глубине $700\text{--}900$ м).

Данные, приведенные в предыдущих разделах, позволяют рассмотреть этот вопрос более подробно. Из теории рудничной геологии и аэрологии [279 и др.] следует, что по мере проветривания горной выработки воздухом, температура которого ниже температуры окружающих пород, в горном массиве образуется охлажденная зона. Размеры зоны зависят от срока существования выработки, перепада температур, теплофизических свойств массива, условий влагонасыщения воздуха, геотермической ступени и др. Но время существования карстовых полостей по сравнению со временем существования горных выработок представляет бесконечно большую величину. Поэтому охлажденная зона вокруг вертикальных шахт и галерей пещер уже достигла предельного значения, а их совокупное влияние вызвало существенные искажения в региональном термическом поле Горного Крыма. Именно поэтому температура воды и воздуха в самых глубоких шахтах-понорах Крыма ($300\text{--}500$ м) не превышает $8,0\text{--}9,0^{\circ}\text{C}$.

К сожалению, до сих пор на Украине,

как и в других карстовых областях СССР, в карстовых пещерах и шахтах не производились специальные наблюдения над изменениями температуры вмещающих пород на разной глубине. На основании детальных микроклиматических исследований карстовых полостей, по-видимому, можно не только определить все составляющие уравнения теплового баланса отдельных закарстованных блоков по схеме В. С. Лукина [160] или К.л. Андрио [286], но и решить его относительно плотности теплового потока из недр Земли [80], трудноопределимой на суше.

Конденсация и испарение влаги под землей. Наиболее интересная в практическом отношении сторона изучения микроклимата карстовых полостей — выяснение количества конденсационной влаги в водном балансе. Конденсационная теория формирования подземных вод была выдвинута О. Фольгером в 1877 г. Ее встретили с большим недоверием многие ученые, в том числе основоположник научной спелеологии Э. Мартель. В дальнейшем у спелеологов сложилось представление о преобладании под землей процессов испарения [287, 305 и др.]. В то же время во многих руководствах по спелеологии указывалось, что конденсация может играть значительную роль в питании подземных рек [311], а конденсационные воды могут продолжительное время поддерживать сток подземных ручьев [288], что влиянием конденсационных вод объясняется постоянство меженных уровней малых вод в карсте Динарских гор [299].

На Украине в Горном Крыму, неоднократно пытались получить конденсационную воду с помощью специальных установок и определить ее количество путем расчетов [80]. Лизиметрические и расчетные данные свидетельствуют о том, что конденсационная влага, формирующаяся в трещинно-карстовых коллекторах Крыма, может составлять до 9% годовой нормы осадков [45]. Микроклиматические наблюдения в пещерах Украины позволяют уточнить эти приблизительные расчеты.

Конденсация в трещинно-карстовых коллекторах может происходить только тогда, когда абсолютная влажность воздуха на поверхности превышает абсолютную влажность воздуха в карстовых полостях, а дефицит насыщения в них равен

Таблица 3. Количество конденсационной влаги, образующейся в различных карстовых областях

Карстовая область	Площадь карстующихся пород, км ²	Мощность зоны конденсации, км	Объем пород, в которых происходит конденсация, км ³	Трещинно-карстовая пустотность		Продолжительность конденсации (Т), сут	Коэффициент воздухообмена (I)
				ε %	V км ³		
Горно-Крымская	1180	0,300	354,0	3	10,6	148	19
Карпатская	120	0,080	9,6	4	0,38	82	1,5
Подольско-Буковинская	28 000	0,018	504	3	15,12	98	1,8

нулю [191]. Количество конденсационной влаги, формирующейся в основных карстовых областях Украины, можно определить из соотношения

$$Q = VTI(e_{\text{наз}} - e_{\text{подз}}),$$

где Q — количество конденсационной влаги, г; V — объем трещинно-карстовых коллекторов, м³; T — продолжительность процесса конденсации, сут; I — коэффициент воздухообмена; $e_{\text{наз}} - e_{\text{подз}}$ — разность влажностей наземного и подземного воздуха, г/м³ (в интервале интересующих нас температур и давлений численно равна упрямости водяных паров в мм рт. ст. [80]).

Объем трещинно-карстовых коллекторов легко определить геологическими, геофизическими и гидрохимическими методами. Для большинства карстовых областей юга СССР он приблизительно равен 3% ($C_p = 0,08$). Продолжительность прохождения процессов конденсации и среднемесячные значения разности ($e_{\text{наз}} - e_{\text{подз}}$) легко определить по рис. 39. Конденсация происходит только в теплый сезон (апрель—сентябрь). В холодный сезон наблюдаются испарение влаги и ее вынос на поверхность. Однако испарение в холодный период не играет существенной роли в водном балансе, так как влага, выносимая из карстовых полостей, конденсируется на снегу или охлажденной поверхности скал. При этом возникает своеобразный «малый круговорот» воды — при таянии снега она опять поступает под землю и способствует активному росту карстовых полостей (шахта Эмпирическая на Айпетринском массиве [69]). Коэффициент воздухообмена легко получить как средневзвешенную величину

по данным микроклиматических наблюдений.

Данные для расчета количества конденсационной влаги, образующейся в различных карстовых областях УССР, приведены в табл. 3. Конденсационная влага имеет практическое значение лишь в Горном Крыму. В целом для области она составляет 7,3% нормы осадков за год, или 14,6% нормы стока (разность осадки — испарение). Модуль конденсационного стока (в расчете на год) составляет 1,77 л/(с·км²), что весьма близко к модулю меженного (конденсационного) стока классических карстовых районов Югославии (1,8—3,0 л/(с·км²) [299]). Так как конденсация продолжается только на протяжении теплого периода, гидрогеологический смысл получает определение сезонного модуля конденсации, который составляет для Горного Крыма 4,38, для Карпат 0,11 л/(с·км²). В глубокую межень многие поверхностные водотоки Крыма питаются почти исключительно конденсационными водами. Этот вид питания следует учитывать при расчленении гидрографа рек карстовых областей.

Предлагаемая методика расчета количества конденсационной влаги, естественно, не отличается высокой точностью. Для ее проверки в районе Красной пещеры пытались получить значение конденсационного стока независимыми методами. Микроклиматическими расчетами за 1964—1966 гг. получено значение конденсационного стока 360 тыс. м³; гидрогеологическими расчетами при допущении, что меженный сток р. Краснопещерной при отсутствии дождей на 90% формируется за счет конденсационных вод, — 385 тыс. м³. При этом было установлено существование тесной связи

Украины за теплый период

Разность $\epsilon_{\text{наз}} - \epsilon_{\text{подз.}}$ г/м ³	Модуль конденсационного стока, л/(с · км ²)	Конденсация	
		от осадков, %	от разности осадков — испарение, %
2,2	1,770	7,3	14,6
1,9	0,024	0,06	0,14
1,1	0,003	0,02	0,05

(коэффициент корреляции $0,98 \pm 0,1$) между объемом конденсационных вод, образующихся в зоне аэрации, и расходом подземной реки в межень (с учетом периода добегания, составляющего для дальней части пещеры около 15 ч). Наконец, воднобалансовый расчет показал значение 390 тыс. м³ [80].

Таким образом, ошибка определения конденсации микроклиматическим методом равна 6,5%, что вполне допустимо.

Конденсация влаги происходит не только в трещинно-карстовых коллекторах, но и непосредственно в карстовых полостях. Для пещер Крыма она составляет около 740 м³, Подольи — 80, Карпат — 1,5 м³. Кроме того, в карстовых полостях часто наблюдается конденсация, не связанная с поступлением влаги с поверхности. Она может происходить на протяжении всего года под влиянием изменений термодинамических характеристик воздушной массы при расширении или сжатии последней, смешивании двух потоков воздуха с различной температурой и др. Вследствие этих процессов образуются небольшие озера с объемом воды до 5 м³. Конденсацию и испарение влаги из таких временных водоемов легко рассчитать по *Id*-диаграмме состояния влажного воздуха.

Конденсация в пещерах имеет большое

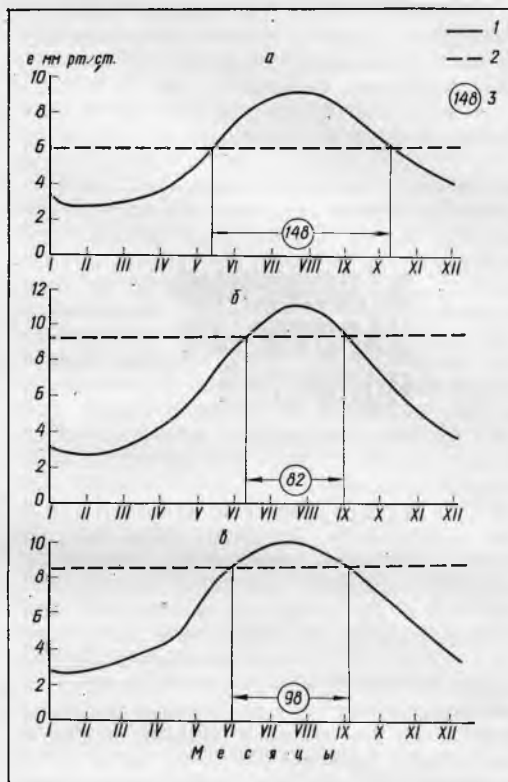


Рис. 39. Кривые хода конденсационных процессов в Горно-Крымской (а), Карпатской (б) и Подольско-Буковинской (в) карстовых областях.

Упругость водяных паров: 1 — на поверхности, 2 — под землей; 3 — продолжительность процесса конденсации, сут

значение для образования различных микроформ подземного карстового рельефа. В момент образования конденсационная влага характеризуется нулевой минерализацией и высокой агрессивностью.

ОТЛОЖЕНИЯ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

В отечественной литературе отложениям карстовых полостей уделялось мало внимания, хотя еще Д. П. Григорьев [58, 59], П. Н. Чирвинский [265], А. Е. Ферсман [255] и Г. Ф. Лунгерсгаузен [161] указывали на перспективность их изучения в теоретическом и прикладном отношении. В 1959 г. Д. С. Соколов [232] предложил генетическую классификацию отложений пещер. В 1963 г. Г. А. Максимович переработал и дополнил ее.

Классификация Д. С. Соколова — Г. А. Максимовича [167] включает восемь типов отложений, встречающихся в различных по происхождению карстовых полостях. При изучении подземного карста Крыма в эту классификацию были внесены некоторые изменения и дополнения [80]. Представление о распространении отложений разных типов в различных карстовых областях Украины дает табл. 4. Наиболее богаты пещерными отложениями Горно-Крымская и Подольско-Буковинская карстовые области, а среди полостей разных генетических классов — полости коррозионно-эрозионного происхождения. Следует иметь в виду, что в некоторых карстовых областях Украины пещерные отложения специально не изучались. Поэтому цель настоящей сводки не только дать обзор современного состояния изученности этого интересного класса природных образований, но и привлечь к нему внимание литологов и минералогов.

Остаточные отложения. Под остаточными принято понимать отложения, сформированные за счет нерастворимого остатка вмещающих полости пород. Карстующиеся породы из разных карстовых областей Украины содержат от 2 до 10% нерастворимого остатка [86, 87]. Расчеты Ю. И. Шутова [272] показывают, что при растворении 1 м³ известняков образуется около 140 кг глинистого материала (0,05 м³). Выделить чистый генетический тип остаточных отложений обычно довольно сложно. Вероятно, к ним следует отнести только буро-красные пластичные глины, тонким слоем покрывающие внутреннюю поверхность куполов и закарстованных трещин многих пещер Крыма и Карпат. Немногочисленные спектральные анализы таких глин свидетельствуют о наличии в составе наряду с фоновыми элементами (Al, Si, Fe, Ca, Mg) бериллия

(сл.— 0,0001%), бария (сл.— 0,25%), титана (0,05—0,25%, ванадия (0,001—0,1%), церия (0,001—0,05%), а также следов мышьяка, олова и иттрия. К остаточным отложениям, вероятно, можно отнести тонкоотмученные глины, выполняющие прихотливо изогнутые углубления на сводах и стенах некоторых пещер Крыма (Эгиз-Тинах-II) и Карпат (Молочный Камень). Эти «глинистые вермикулляции» (рис. 40, а) представляют собой результат комбинированного воздействия на горную породу агрессивных конденсационных вод и бактериальной микрофлоры, способной усваивать углерод вмещающих известняков [307]. В гипсовых пещерах выделить остаточные отложения из глинистых накоплений иного происхождения обычно невозможно.

Изучение остаточных отложений кроме несомненного минералогического интереса имеет большое палеогидрогеологическое значение.

Обвалынные отложения — наиболее широко распространенный тип отложений карстовых полостей. Однако до сих пор они остаются наименее изученными [167, 311]. На основании исследований карстовых полостей Крыма и Подолии В. Н. Дублянский [76] выделил четыре генетических подтипа обвалынных отложений.

Термогравитационные отложения формируются в приходовой части полостей, в зоне резких суточных колебаний температуры воздуха. Широко распространены в большинстве карстовых областей (табл. 4). Представлены щебенкой и дресвой известняка и гипса, образуют четкие сезонные прослои в рыхлых накоплениях у входа. Положение, размеры обломков, характер поверхностей и граней последних позволяют реконструировать палеоклиматические условия формирования полостей и представляют большой интерес для археологических исследований.

Обвалыно-гравитационные отложения представлены исключительно автохтонным материалом. Формируются на всем протяжении карстовых полостей, не образуя преимущественных скоплений у стенок, как предполагал Г. Ф. Лунгерсгаузен («фация обвалов и осыпей» [161]). Наиболее крупные по размерам обломков глыбовые накопления характерны для пещер, залеженных в несложных известняках (Крым,

Красная пещера; до $1,5 \times 2 \times 6$ м) и в крупнокристаллических гипсах (Подолия, пещеры Кристалльная, Оптимистическая; до $4 \times 6 \times 25$ м). Обвалыно-гравитационные отложения часто формируются в зонах развития трещин отседания (пещера Млынки) (рис. 19, 40, б, в, ж).

Провально-гравитационные отложения образуются при провалах сводов полостей. Поэтому им свойственны четкая локализация, плохая сортированность обломочного материала, наличие в его составе вмещающих (известняки, гипсы) и перекрывающих (алевролиты, аргиллиты, песчаники, литотамниевые известняки и др.) отложений. В донной части стволов вскрытых пещер образуются огромные конусы из глыб, дресвы и мелкозема высотой 10—15 м и объемом 200—300 м³ (Крым, вскрытые пещеры Бездонная, Монастырь-Чокрак и др.; Карпаты, Дружба). Конусы несколько меньших размеров образуются под «слепыми» куполами гипсовых пещер Подолии и Буковины (Вертеба, Юбилейная, Золушка и др.) (рис. 40, г, д). Возраст этих отложений от позднелиценского до современного.

Сейсмогравитационные отложения представлены огромными глыбами известняков и гипсов массой в несколько десятков и сотен тысяч тонн. Их изучение имеет большое практическое значение для микросейсмрайонирования закарстованных территорий. Поэтому остановимся на условиях их формирования более подробно.

Некоторые карстовые районы УССР с многочисленными подземными формами расположены в пределах 6—8-балльной (Горный Крым) и 6—7-балльной (Советские Карпаты и Приднестровская Подолия) зон [38, 39].

Больше всего сведений о проявлениях сейсмической активности в карстовых районах Горного Крыма [80]. Малая область распространения землетрясений средней силы, ощущаемых в сравнительно небольшом районе, позволила А. А. Иностранцеву, Н. П. Бабот де Марни, Ф. Ю. Левинсону-Лессингу считать их денудационными, происходящими при провалах сводов пещер [231]. В дальнейшем был бесспорно установлен тектонический характер крымских землетрясений. Многие исследователи не отрицают возможности «узколокальных сотрясений, вызванных... обрушениями кар-

Таблица 4. Распространение пещерных отложений в различных карстовых областях Украины

Карстовая область, класс полости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Горно-Крымская	×	++	++	+	+	+	+	×	++	+	+	++	+
Предгорно-Крымская	×	×	+	×	×	—	×	×	×	×	—	×	—
Карпатская	×	×	+	×	—	×	×	×	+	+	×	×	—
Закарпатская	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Подольско-Буковинская	×	×	+	×	×	×	+	×	+	×	—	×	—
Восточно-Подольская	?	×	+	—	—	—	×	×	×	×	—	×	—
Криворожско-Кременчугская	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Донбасская	?	—	—	—	—	—	×	×	—	—	—	—	—
Причерноморско-Азовская	?	—	×	—	—	—	×	+	—	—	—	—	—
Равнинно-Крымская	—	?	×	—	—	—	—	×	×	—	—	—	—
Коррозионно-гравитационный	—	×	+	—	—	—	—	+	×	—	—	—	—
Нивально-коррозионный	×	+	×	—	—	—	—	+	×	×	×	—	—
Коррозионно-эрозионный	+	++	++	+	+	++	+	++	++	++	+	++	+

Примечание. 1. Отложения: 1 — остаточные; обвальные; 2 — термогравитационные, 3 — обвально-гравитационные, 4 — занесенные снаружи; водно-хемогенные: 9 — сталактиты, 10 — бахромы, занавеси, 11 — гелик, 17 — «лунное молоко», 18 — пленки, 19 — забереги, 20 — гурлы, 21 — оолиты, 22 — кальцитовые кристаллы, 23 — гип, 24 — гипсы, 25 — гидротермальные; 30 — антропогенные.

Примечание 2. Количество отложений: «—» — нет; «?» — не установлено; «X» — мало (до 10% полов)

стовых пустот» [54, с. 31]. Чаше отмечалась активизация провалов сводов пещер после значительных подземных толчков. Так, 25.VII 1875 г. после землетрясения силой 7—8 баллов отмечен провал почвы (видимо, обвал свода пещеры) по дороге Балаклава — Ялта. В результате землетрясения 26.VI 1900 г. силой 5—6 баллов произошел значительный обвал потолка Аверкиевой пещеры на третьей гряде Крымских гор. Специальные исследования по этому вопросу не производились, но в 1962 г. И. И. Молодых при детальном сейсмическом районировании выделил участки возможных обрушений кровли пещер и шахт [80].

Работы ККЭ показали, что большинство карстовых пещер Крыма имеет устойчивые параболические своды, выработанные в массивных неслоистых или толсто-слоистых известняках с коэффициентом крепости по Протодьяконову в среднем 9, пределом прочности на сжатие 900—930 кг/см², пределом прочности на растя-

жение 40 кг/см² и мощностью вскрыши 20—200 м. Значение предельного пролета, при котором может произойти обрушение (расчет по методу Бриггса), в пять—восемь раз превышает значение пролета самых крупных пещер. Поэтому провалы кровли пещер в пределах одного тектонического блока на участках, лишенных крупных разрывных нарушений, как правило, не наблюдаются даже при сильнейших землетрясениях исторического периода. Например, П. М. Васильевский и П. И. Желтов [24] не обнаружили обвалов сводов в 18 обследованных пещерах Чатырдагского массива после 7-балльного землетрясения 26.VI 1927 г. Кроме того, находясь в пещере Учунжу, они вообще не ощутили 8-балльный толчок 11.IX 1927 г.

В пещерах и шахтах, заложенных в зонах приразломной тектонической трещиноватости, часто встречаются глыбово-обвальные накопления большой мощности, иногда достигающей 40—50 м (вскрытые

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
++	×	+	+	×	++	+	+	×	×	+	+	+	—	+	?	+
—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	×	×	×	—	×
×	—	×	—	—	×	×	×	—	—	—	×	×	—	×	—	×
×	—	—	—	×	×	×	×	—	++	×	×	×	—	×	—	×
×	—	—	—	—	×	—	×	—	—	—	—	×	—	×	—	?
—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	—
×	—	—	—	—	—	—	—	—	×	—	—	×	—	×	—	×
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—
—	—	×	×	—	—	—	—	×	—	—	×	×	—	×	—	×
++	+	++	+	×	+	+	+	+	×	×	×	×	×	×	?	—

тационные, 4 — провально-гравитационные, 5 — сейсмогравитационные; *водно-механические*: 6 — подземных рек, 7 — титы, 12 — сталагмиты, 13 — сталагматы, колонны, 14 — покровы, коры, 15 — щиты, барабаны, 16 — корралиты, соевые кристаллы, 24 — коррелятные отложения; 25 — лед; *органогенные*: 26 — гуано, 27 — селитра, 28 — скопления

тей): «+» — много (11—25% полостей); «++» — очень много (более 25% полостей).

пещеры Кристалльная им. Г. А. Максимо-
вича, Обвальная, Крымская, Крубера,
Дахнова, Эгиз-Тинах-I, II, III, Мира, Ка-
ра-Мурза, пещеры-источники Форосская,
Скельская, Красная, Малой Академии
и др.). Эти накопления, как уже отмеча-
лось, могли формироваться вследствие
обвалов глыб со сводов (их объем обычно
не превышает 5—10 м³), провала куполов
шахт (до 40—50 м³) и междуэтажных пе-
рекритий. В последнем случае формиру-
ются огромные обвальные залы длиной
100—200 м, шириной 20—30 м, высотой
до 30—40 м. Объем глыбовых навалов
превышает 1000 м³, в отдельных случаях
(Красная пещера) достигает 400 000 м³.
Такие отложения, по нашему мнению [76],
следует относить к группе сейсмогравита-
ционных.

Для датировки сейсмогравитационных
отложений в большинстве случаев надеж-
ных данных нет. Однако находки в Крас-
ной пещере, шахте-поноре Аверкиева и
вскрытой пещере Эгиз-Тинах-III костей

крупных копытных позднеплиоценового
возраста, а также отсутствие в некоторых
вскрытых провалом свода пещерах (Буз-
лук, Монастырь-Чокрак и др.) костных
остатков позвоночных древнее позднего
голоцена, среднего голоцена и позднего
плейстоцена, свидетельствуют о том, что
такие провалы происходили начиная с
позднего плиоцена до настоящего времени.

В некоторых пещерах Крыма отмече-
ны случаи разрыва и смещения круп-
ных сталактитов и сталагмитов, а также
наличие поваленных колонн значитель-
ных размеров (пещеры Кристалльная
им. Г. А. Максимова, Эмине-Баир-Хосар,
Монастырь-Чокрак, Кастере, Крубера,
Красная и др.). Диаметр поваленных
колонн достигает 5—6 м, длина от 8 до
20 м, масса от 6 до 130 т (рис. 40, в).
Поваленные колонны в одних случаях
лежат на дне полости свободно, в дру-
гих — частично погребены под глыбово-
щебнистыми накоплениями. Часто наблю-
дается нарастание натеков последующей

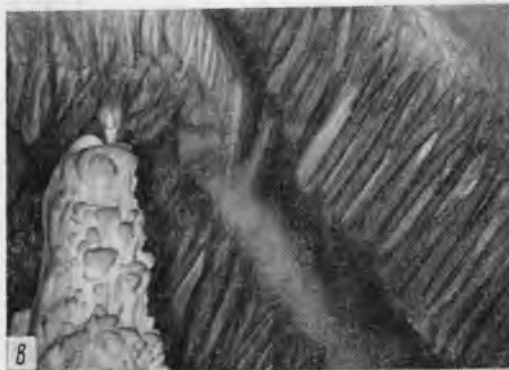
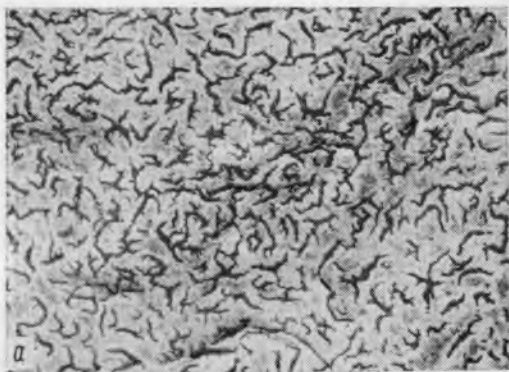


Рис. 40. Остаточные и обвалынные отложения (фото В. Н. Дублянского):

а — «глинистые вермикуляции» в пещере Эгиз-Тинах-II Карабийского карстового района; *б* — обвално-гравитационные отложения в Красной пещере Долгоруковского карстового района; *в* — поваленная натечная колонна в пещере Мира Карабийского карстового района; *г*, *д* — провално-гравитационные отложения в пещерах Кристальной и Вертебе Приднестровского карстового района; *е*, *ж* — обвалынные отложения в пещерах Озерной и Оптимистической Приднестровского карстового района

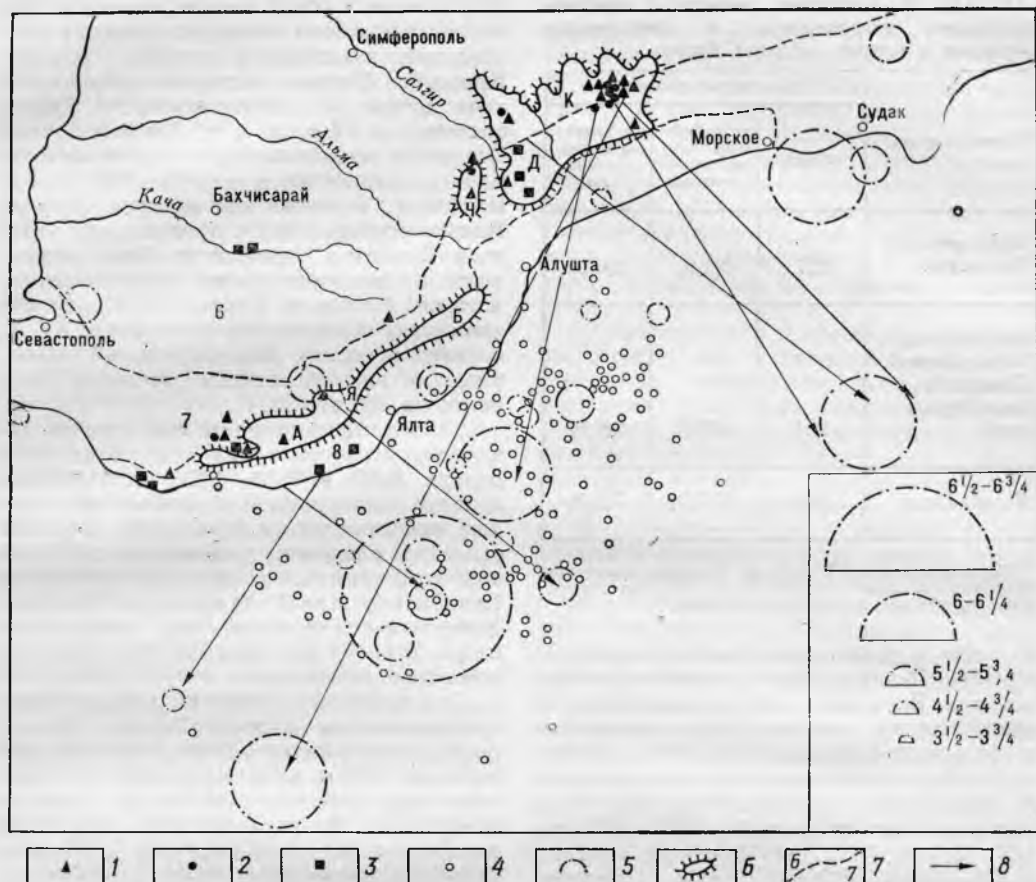


Рис. 41. Карстовые полости со следами сейсмической деятельности:

1 — пещеры с глыбово-обвальными накоплениями; 2 — пещеры со смещенными натечными колоннами; 3 — пещеры с датируемыми обвальными накоплениями, разрушенные крепости и храмы; 4 — эпицентры землетрясений с 1928 по 1961 г.; 5 — основные эпицентры землетрясений с 1915 по 1967 г. (размеры окружности соответствуют размерам очага в масштабе карты; магнитуды даны во врезке); 6 — контуры горных массивов; 7 — границы сейсмических зон; 8 — направление на эпицентры землетрясений, вызвавших смещение натечных колонн. Горные массивы: А — Айетринский; Я — Ялтинский; Б — Бауганский; Ч — Чатырдагский; Д — Демерджи-Долгоруковский; К — Карабийский

генерации на ребрах поваленных колонн.

При обследовании было установлено, что натечные колонны выбиты тангенциальным ударом, очевидно, в результате землетрясений. Если днище карстовой полости имеет значительный уклон, поваленные колонны имеют произвольную ориентировку. В ряде случаев (пещеры Кастере, Монастырь-Чокрак, Эгиз-Тинах-III, Эмине-Баир-Хосар, Висячая и др.) по направлениям смещения разорван-

ных натеков и падения колонн можно установить примерное расположение эпицентральной области землетрясений, вызвавших эти явления.

Для шахт Карабийского массива выделяются две эпицентральной области (рис. 41) — к юго-востоку от Главной гряды (120—150°, 46% случаев) и юго-западу (220—240°, 38% случаев). Вторая область совпадает с хорошо изученной по материалам инструментальных наблюдений

Таблица 5. Карстовые полости с глыбово-обвальными накоплениями и смещенными колоннами в горных массивах Крыма

Горный массив	Количество полостей		
	общее	с глыбово-обвальными накоплениями	с поваленными колоннами
Айпетринский, Ялтинский	327	8(2,5)	3(0,9)
Бабуганский, Чатырдагский, Демерджи-Долгоруковский	204	5(2,5)	2(1,0)
Карабийский	234	17(7,0)	7(3,0)

Примечание. В скобках указано количество карстовых полостей с сейсмогравитационными отложениями (% общего количества полостей).

Ялтинско-Алуштинской эпицентральной зоной [38]. Первая область, очевидно, основная для Восточных яйл, расположена к юго-юго-западу от пгт Судака и инструментальными наблюдениями 1928—1978 гг. охарактеризована слабо. О правомерности ее выделения свидетельствуют изосейсты отдельных землетрясений (II.X 1829 г.; 3.IV 1872 г.; 8.VIII 1875 г.; 8.I 1902 г.; 28.XII 1915 г.; III 1923 г.) и схематическая карта землетрясений Крыма, составленная Р. Н. Морозовой и Н. В. Шебалиным на основании анализа макросейсмических и инструментальных данных. Поваленные колонны на Западных яйлах связаны в основном с Ялтинско-Алуштинской эпицентральной зоной (рис. 41). Анализ данных табл. 5 свидетельствует о значительно большей палеосейсмичности Восточных яйл. Это может быть основанием для предположения о линейной миграции с востока на запад эпицентров сильных землетрясений и для расширения зоны средней сейсмичности (7 баллов) в пределах Долгоруковского и Карабийского массивов на 8—10 км к северу, а зоны 8-балльных землетрясений до меридиана с. Морского [80].

Толчки, вызвавшие обрушение гигант-

ских колонн и обвал сводов, очевидно, были сильнее самых разрушительных землетрясений, известных в истории Горного Крыма*. Первые историко-археологические данные о землетрясениях в Крыму относятся к IV в. до н. э. Древние записи Херсонеса свидетельствуют о разрушительном землетрясении в сентябре 480 г. н. э. В 1341 г. византийский историк Георгий Кедрин сообщал, что в продолжении этого года Византия подвержена была страшному и долговременному землетрясению, которое достигало Крыма. П. Сумароков упоминает о землетрясении в конце XV в., носившем весьма разрушительный характер, так как обезлюдило древнюю Ялту почти на 100 лет [231].

Указанные материалы существенно дополнены исследованиями археологического отряда ККЭ в 1959—1970 гг. Наиболее древние датируемые обвальные накопления, представленные огромными глыбами, относятся к первому тысячелетию до нашей эры и встречены в пещерах-источниках Ени-Сала-I, Малой Академии и Красной. Залегание этих глыб под культурным слоем VII—VI вв. до н. э. определяет их возраст.

Землетрясение 1292 г. находит подтверждение на массиве Басман. Жилое сооружение в пещере Басман-5, четко датируемое XII в. н. э., разрушено и погребено под упавшими со сводов плитами известняка. В XIV—XV вв. разрушены или частично погребены под крупными обвалами укрепления возле пгт Гаспры, поселение у скалы Крыло Лебедя близ пгт Симеиза, монастырь Ильяс-Кая в бухте Ласпи. В XV в. разрушены крупными обвалами поселения Качи-Кальен в долине р. Качи, Демерджи у подножия массива того же названия, Аюдагское на западном склоне горы Аюдаг, Приморское в бухте Ласпи. К этому же времени относятся датируемые глыбовые навалы в пещерах Ени-Сала-III и Басман-5. В XV в. храм, построенный в пещере Басман-5 на развалинах упоминавшейся жилой постройки XII в., был полностью разрушен, а озеро в дальней части пещеры исчезло.

* В этом отношении весьма интересна гипотеза П. Н. Николаева о сейсмодислокациях на горе Южная Демерджи, вызванных не менее чем 10-балльными землетрясениями [229].

Именно после этого был полностью заброшен человеком пещерный комплекс Басман, более восьми столетий использовавшийся как убежище и храм [112].

Естественно, в каждом конкретном случае трудно утверждать, что разрушение археологического памятника связано именно с землетрясением, а не с обычным обвалом. Однако четкая приуроченность разрушенных памятников к одним и тем же возрастным интервалам, несмотря на их территориальную разобщенность, свидетельствует о том, что причина, вызвавшая их разрушение была общей для большей части Горного Крыма. Изучение археологии пещер, несомненно, позволит выявить одновозрастные прослои сейсмогенных глыбово-обвальных накоплений периодов неолита и палеолита [275].

Крупные землетрясения вызвали существенные изменения в гидрогеологии отдельных карстовых массивов. Судя по археологическим данным, после землетрясения конца XV в. исчезло озеро в пещере Басман-5. Следы подобных исчезнувших озер хорошо фиксируются по древним субаквальным отложениям на стенах пещер в ряде карстовых полостей Крыма (Эмине-Баир-Хосар на Чатырдагском, Малой Академии на Демерджинском, Мира на Карабийском массивах и др.). Имеются и прямые указания на изменения режима карстовых источников после землетрясений. Так, землетрясение 8.VII 1900 г. (6 баллов) сопровождалось изменениями дебитов источников Чатырдага [54]. После землетрясения 26.VI 1927 г. (7 баллов) вода в источниках Байдарской котловины стала красновато-желтой, а дебит увеличился в 2—2,5 раза. После землетрясения 11.IX 1927 г. (8 баллов) расход Скельского источника снизился от 0,045 до 0,011 м³/с и восстановился лишь через четыре дня [181].

Сведения о проявлении сейсмотектонических процессов в пещерах Советских Карпат нет. Можно предполагать, что с сильными местными (7 баллов) или более отдаленными северо-трансильванскими или восточно-словацкими (8 баллов) землетрясениями связано формирование провального входа во вскрытую пещеру Дружбу.

В Подольско-Буковинской карстовой области формирование глыбово-обвальных

накоплений, известных во всех крупных пещерах (Кристалльная — зал Глыб, Млынки — зал Кастере, Оптимистическая — зал Глобус и др.), возможно, связано с местными (6 баллов, Залежики) или более отдаленными (Северная Трансильвания, зона Вранча) землетрясениями. Доказательством внезапного обвала этих глыб являются археологические раскопки в пещере Вертебе. Под толстой глыбой гипса здесь обнаружено 25 мужских скелетов [196].

Таким образом, изучение обвальных отложений, еще недавно считавшихся в отношении информации «стерильными», дает очень интересные данные о палеосейсмичности района и ее изменениях в возрастном интервале, значительно превосходящем интервал, охарактеризованный историческими материалами.

Водно-механические отложения формируются в подземных реках, озерах, а также поступают в пещеры и шахты-поноры с поверхности. В разных количествах они наблюдаются во всех карстовых областях Украины (табл. 4). Лучше всего эти отложения изучены в Горном Крыму [80, 86]. Исследования водно-механических отложений — представляют значительный минералогический, палеогеографический и гидрогеологический интерес.

В 1959—1977 гг. изучение гранулометрического состава более 100 проб из 52 различных карстовых полостей Крыма провели Л. П. Задорожная, Ю. А. Полканов, Н. В. Павлова и Н. М. Суховий. Заполнитель гравийно-песчаного состава встречается во всех звеньях современных и древних гидрогеологических систем (рис. 42, а). На треугольной диаграмме четко выделяются поля, образованные отложениями русловых потоков, сифонных выбросов, временных потоков и озер. Заполнитель глинистого состава (рис. 42, б) также широко распространен в карстовых полостях, но формируется в основном в озероподобных расширениях русел или в периодически проточных озерах. По гранулометрическому составу он довольно однороден. Для него характерно незначительное содержание фракции менее 0,001 мм (15—20%), обычной для нерастворимого остатка вмещающих известняков. Это свидетельствует о том, что в процессе размыва и растворения известняков происходит вы-

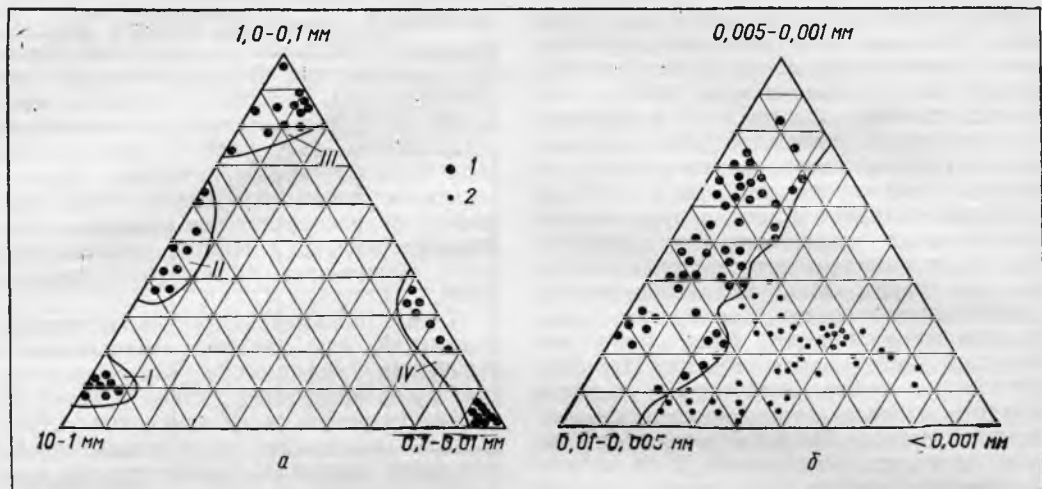


Рис. 42. Гранулометрический состав песчаного (а) и глинистого (б) заполнителя карстовых полостей:

1 — заполнитель; 2 — нерастворимый остаток вмещающих пород. Отложения: I — русловых потоков; II — сифонных выбросов; III — периодических потоков; IV — вне русловых озер

нос паводковыми водами наиболее тонких глинистых частиц и относительное обогащение заполнителя частицами классов 0,005—0,001 и 0,01—0,005 мм.

Кумулятивные кривые гранулометрического состава отложений карстовых полостей Крыма образуют три поля (рис. 43). Для отложений русловых потоков характерны крутые кривые с медианным диаметром частиц около 2 мм. Отложения сифонных выбросов имеют вогнутую в нижней части кривую и медианный диаметр частиц около 0,3 мм. Заполнитель слабо проточных полостей и отложения озер характеризуются плавными кумулятивными кривыми с подъемом в верхней части и медианным диаметром частиц 0,004—0,005 мм. Между этими тремя полями располагаются кумулятивные кривые, характеризующие переотложенные водно-механические отложения пещер, а также отложения полостей с резкими изменениями режима обводнения в разные сезоны. Опыт сравнительного изучения водно-механических отложений пещер Крыма, Кавказа и Урала свидетельствует о том, что эта закономерность имеет весьма общий характер.

Таким образом, изучение гранулометри-

ческого состава отложений пещер позволяет не только уверенно выделять полости коррозионно-эрозионного класса [80], но и делать выводы об их гидрогеологических особенностях.

Транспортирование и отложение водно-механических отложений под землей происходят в соответствии с законами гидравлики. Решая совместно уравнения неразрывности потока и Бернулли, можно по крупности пещерного аллювия делать обоснованные выводы об изменениях палеоскоростей потоков в расширенных и суженных частях карстовых полостей. В пещерах Крыма они превышали 1,0 м/с, достигая на отдельных участках 5 м/с (вскрытые пещеры Эмине-Баир-Хосар, Горшенина, пещеры-источники Красная, Ени-Сала-III, Скельская, Аянская и др.). В ближней части Красной пещеры в зависимости от диаметра хода и его высотного положения местная скорость палеопотоков изменялась от 1,0 до 3,5 м/с (рис. 44, а). Последнее изучение гранулометрического состава отложений, вскрытых шурфом в привходовой части Красной пещеры, свидетельствует о прогрессивном снижении скоростей потока со II в. н. э. (датировка слоев, залегающих на глубине

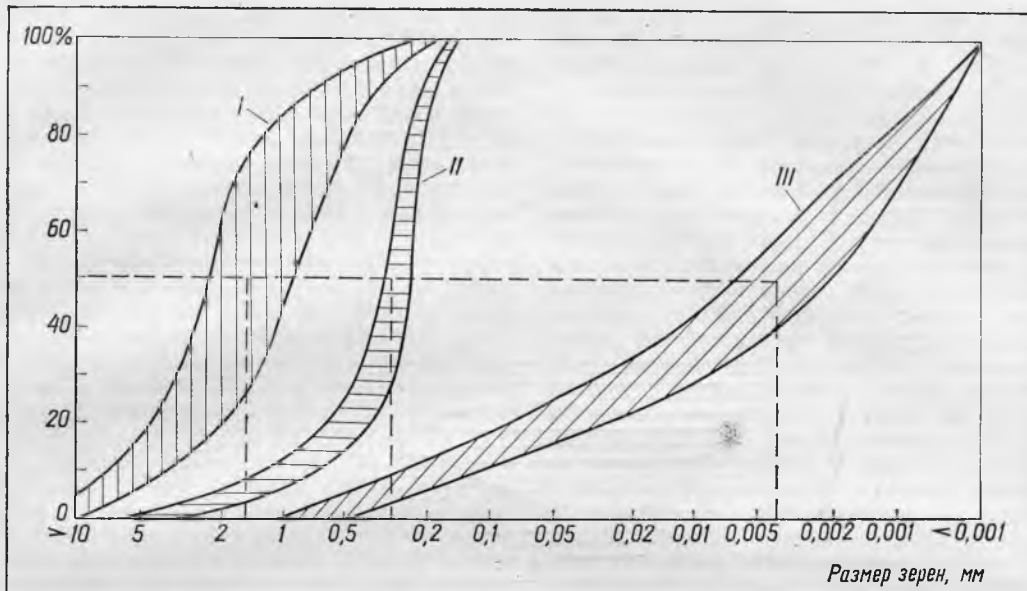


Рис. 43. Поля кумулятивных кривых для различных водно-механических отложений:
I — русловый аллювий; II — сифонные выбросы; III — отложения слабо проточных и непроточных озер

1 м, произведена археологическими методами). Этот процесс трижды прерывался периодами с резким (на 80—120%) возрастанием скоростей (рис. 44, б). Применение диаграммы Буркхардта позволяет в некоторых случаях определять и палеорасходы подземных потоков [80].

Таким образом, изучение гранулометрического состава пещерных отложений открывает новые возможности в познании деталей спелеогенеза и спелеолитогенеза.

Мощность водно-механических отложений, формирующихся в руслах подземных водотоков, обычно сравнительно невелика (0,1—0,5 м). Однако часто наблюдаются случаи, когда при формировании русловых гуров в «верхнем бьефе» этих естественных плотин она возрастает до 2 м и более, что приводит к подпруживанию галерей и образованию карстовых сифонов (Красная пещера). Максимальная мощность аллювиальных отложений наблюдается в проточных или периодически проточных озерах, о чем свидетельствуют карстолого-геофизические исследования во вскрытой пещере Эгиз-Тинах-I на Карабийском массиве. Пещера заложена под днищем кар-

стово-эрозионной долины и входит в обширную карстовую водоносную систему, возникшую, очевидно, в среднем — позднем плиocene. На первом этапе ее развития подрусловый поток сформировал широкую

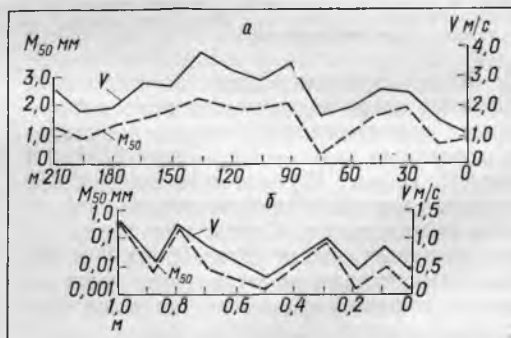


Рис. 44. Совмещенные графики изменений медианных диаметров аллювиальных отложений и палеоскорости потока в Грибоедовской галерее Красной пещеры.

Место отбора пробы: а — от подземной реки к выходу; б — в зале под лестницей (вниз по разрезу шурфа)

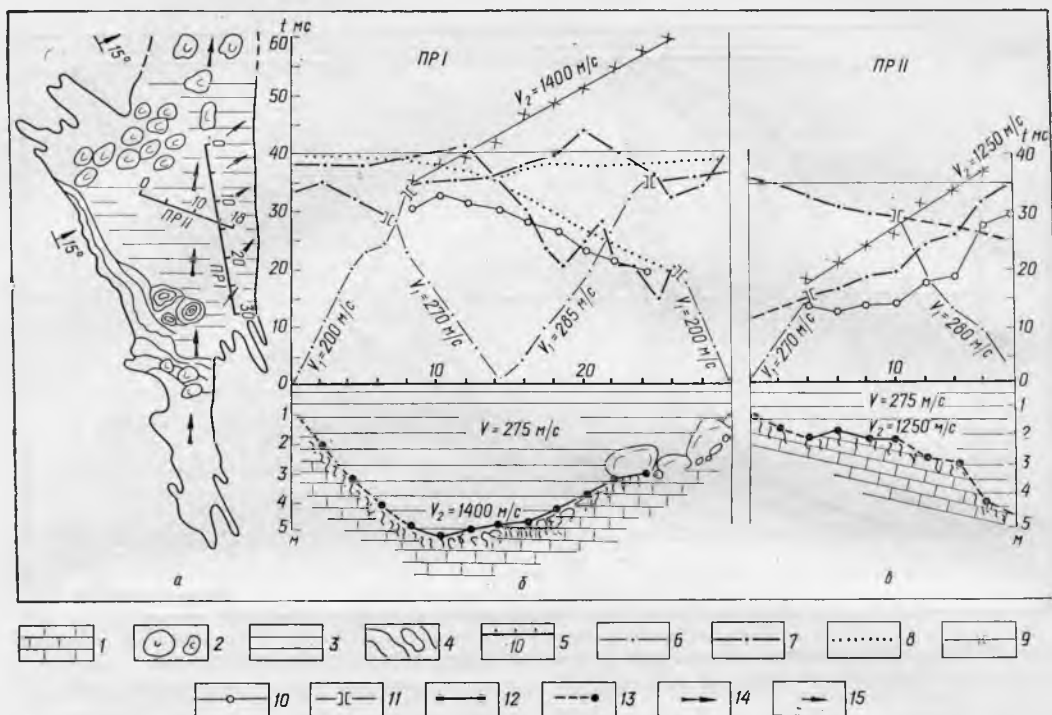


Рис. 45. Определение мощности глинистого заполнителя вскрытой пещеры Эгиз-Тинах-I сейсмическим методом:

а — план Главного зала; *б*, *в* — годографы и сейсмогеологические разрезы вдоль профилей ПР-I и ПР-II. 1 — верхнеюрские известняки в коренном залегании; 2 — то же в виде отдельных глыб; 3 — глинистый заполнитель; 4 — натечные образования; 5 — направления сейсмических профилей и номера пикетов. Наблюдаемые годографы: 6 — волны t_0 ; 7 — волны t_1 ; 8 — исправленные годографы волны t_1 ; 9 — разностный годограф; 10 — линия t_0 ; 11 — изменения волн. Граница поверхности закарстованных известняков: 12 — действительная; 13 — предполагаемая. Направления проработки галерей: 14 — на первом этапе (средний — поздний плиоцен); 15 — на втором этапе (антропоген)

(5—20 м) галерею. После формирования глыбовых завалов, возможно палеосейсмического происхождения, галерея распалась на отдельные залы — Эгиз-Тинах-I, II, III (рис. 12, *д*, рис. 45), которые позже были вскрыты нивально-коррозионными колодцами и воронками. Отложения глины на дне вскрытых пещер Эгиз-Тинах-I и III свидетельствовали об изменениях водного режима полостей и переходе их в озерную стадию развития.

Для определения мощности глинистого заполнителя и рельефа коренного дна в пещере Эгиз-Тинах-I были проведены подземные геофизические исследования. Использовалась одноканальная сейсмическая установка ОСУ-1 с ударным возбудите-

лем упругих колебаний и визуальной регистрации сейсмического сигнала на экране электронно-лучевой трубки. Вдоль длинной оси зала мощность заполнителя возрастает к центру, достигая на ПК-10 5 м. От западной к восточной стене зала мощность его также возрастает от 1 до 5 м (рис. 45). Контрольные шурфы подтвердили правильность интерпретации довольно сложной волновой картины. Дно полости под слоем глины оказалось сложенным глыбами известняка, местами перекрытыми натечками.

Проведенные исследования позволяют реконструировать палеогидрогеологические условия системы Эгиз-Тинах. После ее распада на отдельные залы направления

стока подземных вод изменились. Они стали поглощаться трещинными понорами вдоль восточной стены галерей, вследствие чего она постепенно преобразовалась в зал с наклонным к востоку полом. Затем поноры были заилены и в зале периодически возникало озеро, в котором отложились слои глинистого заполнителя, чередующиеся с карбонатными корами разной толщины.

Подобное озеро некогда существовало в Мисхорской пещере (рис. 6, 2). Мощность размытых глинисто-песчаных отложений на ее дне превышает 20 м.

Минеральный состав заполнителя карстовых полостей изучали Ю. А. Полканов, Л. П. Задорожная, Н. В. Павлова, Л. С. Педан, В. В. Грицык (ИМП МГ УССР; песчаная фракция), Л. П. Задорожная (ИМП) и Эйша Рабей Абу-Эль-Эиз (Ленинградский горный институт; глинистая фракция). Было изучено более 100 образцов из 46 пещер и шахт, в том числе не только обычные пробы массой 1—5 кг, но и технологические пробы массой 30—50 кг. Карстовые полости — природные ловушки акцессорных минералов, находящихся во вмещающих известняках и породах, слагающих область питания потоков, инфилюрующих в пещеры и шахты-поноры. Поэтому исследование заполнителя позволяет с минимальными затратами времени и максимальной полнотой изучить акцессорную минерализацию закарстованных горных массивов.

Минеральный состав заполнителя карстовых полостей близок к минеральному составу вмещающих известняков. Легкая фракция представлена в основном кварцем, кварц-слюдистыми и кварц-железистыми агрегатами, обуглившимися растительными остатками, обломками натеков, раковин и мелких костей грызунов. Тяжелая фракция заполнителя обычно богаче минералами, чем нерастворимый остаток вмещающих известняков. Это объясняется прежде всего тем, что в карстовых полостях заполнитель представляет собой естественный шлик. Выход тяжелой фракции для заполнителя в среднем составляет 3,7% исходной массы пробы (в отдельных пробах 15—18%), а для известняков — 0,2—0,5% (в отдельных пробах 1%). Поэтому появление в заполнителе минералов, пока не обнаруженных в известняках,

можно объяснить неполнотой наших знаний об акцессорной минерализации вмещающих пород.

Некоторые минералы (галенит, сфалерит, касситерит) могут привноситься в заполнитель при размыве аргиллитов, алевролитов и песчаников таврической свиты и среднеюрской вулканогенной толщи. Из заполнителя карстовых полостей описаны 34 минерала [86]. Из самородных минералов встречены золото и свинец, из карбидов — муассанит, из сульфидов — киноварь, пирит, марказит, галенит, сфалерит, из фторидов — флюорит, из окислов — лейкоксен, касситерит, ильменит, шпинель, рутил, брукит, анатаз, хромит, магнетит, гидроокислы железа, из карбонатов — малахит, из сульфатов — барит, из фосфатов — апатит и карбонат-apatит (подолит), из силикатов — циркон, дистен, силлиманит, турмалин, пироксен, слюда, хлорит, роговая обманка, гранат, ставролит, глаукоцит. Минеральный состав заполнителя различных карстовых полостей и в разных частях разреза аллювия одной полости часто не одинаков (рис. 46). Это позволяет делать интересные выводы об условиях питания карстовых полостей и их изменениях в антропогене [80]. Необходимо дальнейшее изучение состава песчаной фракции заполнителя пещер Крыма, в частности детальное сравнительное исследование морфологических особенностей минералов.

Детальные исследования 44 образцов глинистых отложений карстовых полостей Крыма выполнила в 1976—1977 гг. Эйша Рабей Абу-Эль-Эиз [282]. Глинистые отложения сложены в основном алевроитовыми частицами (0,01—0,001 мм). Псаммитовая часть (более 0,1 мм) незначительна (5—8%) и, как правило, меньше пелитовой (менее 0,001 мм; 10—20%).

Средний химический состав глинистых отложений приведен в табл. 6. Обращает на себя внимание устойчивость содержания большинства компонентов (коэффициент вариации 0,12—0,45). Большая вариация характерна лишь для FeO и CaO, что удовлетворительно объясняется изменениями окислительно-восстановительных условий для различных образцов и разной степени их декarbonатизации. Спектральный анализ 60 образцов (выполнен в лаборатории ИМП МГ УССР) показал на-

Массив	Пещера	Количество проб	Выход тяж. фр.		Сульфиды		Фториды	Окислы										Сульфаты		Фосфаты		Силикаты						Карбиды
			Силикат	Кварц	Пирит	Халькопирит	Марказит	Флюорит	Лейкоксен	Ильменит	Шпинель	Рутил	Анастаз	Касситерит	Хроцит	Малахит	Гидрохлориды	Барит	Апатит	Циркон	Дистен	Силиманит	Турмалин	Парисен	Слюда	Хроит	Гранат	Муассонит
Айетринский	Насонова	3																										
	Скельская	3																										
	Узунджа	3																										
	Мижгорская	22																										
	30-м	1																										
Чатыр-Дагский	Безданная	2																										
	Аянская	1																										
Денержи-Донгорубский	Пробал	1																										
	Красная	20																										
	Джур-Джур	2																										
Карабийский	Мира	1																										
	Монастырь-Чокрак	2																										
	Гвоздецкого	1																										
Коренные известняки		3																										

□ 1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □ 7 □ 8 □ 9

Рис. 46. Минеральный состав тяжелой фракции заполнителя пещер Крыма.

Содержание, %: 1 — нет; 2 — единичные зерна; 3 — 0,01—0,1; 4 — 0,1—1,0; 5 — 1,0—5,0; 6 — 5,0—10,0; 7 — 10,0—25,0; 8 — 25,0—75,0; 9 — более 75

личие в глинистом заполнителе Ba, Ti, V, Cu, Mn, Zr, Pb, Cr, Ni, Ca, Zn, As, Nb, Sn, Ga, Y, La. При этом среднее содержание Ba, Cu, Mn, Zr, Pb, As и Ga в 2—10 раз выше кларкового, а среднее содержание Ba, Ti, Mn, Zr, Cr, Ni, Co, Pb, Zn, As, Nb и Sn значительно выше, чем во вмещающих известняках [80].

Рентгено- и термометрические исследования, изучение емкости поглощения показали, что состав глинистых отложений существенно меняется от верхних к нижним звеньям карстовых водоносных систем. В шахтах и пещерах-понорах преобладает иллит диоктаэдрического типа, на втором месте находится смешанно-слоистые образования типа иллит-монтмориллонита, имеющие неупорядоченное переслаивание пакетов и диоктаэдрическую структуру. Как примеси встречаются монтмориллонит, каолинит, кварц, полевой шпат,

гетит, кальцит. Во вскрытых пещерах преобладают образования типа иллит-монтмориллонита или иллита, кальцит, каоли-

Таблица 6. Средний химический состав глин из карстовых полостей Крыма (по данным 20 анализов)

Компонент	Содержание, %	Коэффициент вариации (C_v)	Компонент	Содержание, %	Коэффициент вариации (C_v)
SiO ₂	52,24	0,18	MgO	2,39	0,12
Al ₂ O ₃	16,43	0,28	Na ₂ O	0,47	0,41
TiO ₂	1,05	0,35	K ₂ O	1,33	0,26
Fe ₂ O ₃	6,05	0,41	П. п. п.	16,53	0,26
FeO	0,70	0,85			
MnO	0,18	0,44	Сумма	100,00	
CaO	2,63	0,71			

нит и кварц. Наконец, в пещерах-источниках в составе глинистого заполнителя обнаружены только образования типа иллит-монтмориллонита, каолинит и кварц.

Таким образом, детальные исследования подтвердили выводы Л. П. Задорожной [95] о минеральном составе глинистой фракции, кроме того, выявили более тонкие закономерности в распределении минералов.

Водно-механические отложения из карстовых полостей других районов Украины изучены слабо. В пещерах Карпат в составе этих отложений встречается аллохтонный материал, представленный кварцевой галькой и обломками хлорит-серицитовых сланцев [89]. В пещерах Подольско-Буковинской карстовой области водно-механические отложения в основном формируются из продуктов разрушения перекрывающей гипсы известняк-мергелистой толщи. Этот материал первоначально концентрировался в основании «органных труб» и вдоль трещинных зон в виде конусов осыпания, а затем перераспределялся временными водными потоками. Поэтому ритмы слоистости заполнителя и его механический состав даже в смежных галереях различны. По составу пещерные отложения Подолы весьма пестры. Обычно они представлены довольно плотной суглинистой породой с содержанием карбоната кальция до 80—90%. На отдельных участках полостей заполнитель обогащен гипсом. Более древние галереи и каналы северо-западного простираения имеют уплотненный заполнитель, часто сцементированный карбонатным цементом. В более молодых галереях северо-восточного простираения заполнитель более рыхлый. В нем часто наблюдаются прослой гипсовой трухи, свидетельствующие о длительных субаэральных этапах развития полостей. В заполнителе Оптимистической пещеры обнаружена галька пород карпатского происхождения (кварцевые песчаники, желтые и черные кремни), попавшая под землю при размыве поверхностными потоками VII и VI террас Днестра [87].

Водно-механические отложения пещер Причерноморско-Азовской карстовой области лучше всего изучены в Заповедной пещере [193, 194]. Исследования шурфов показали, что сверху вниз в большинстве галерей можно выделить семь горизонтов.

Первый — мощностью 0,4 м состоит из коричневой мелкокомковатой глины с известковыми стяжениями и железисто-марганцевыми бобовинами. Второй горизонт (0,8—0,9 м) представлен бурой глиной. Третий — сложен красно-бурой глиной, пластичной, плотной или рыхлой мощностью 0,5—1,6 м. В глине часто встречаются кости животных, обломки перекристаллизованного известняка, отдельные копролиты. Четвертый горизонт (0,4—1,2 м) представлен красно-бурой глиной, насыщенной обломками известняка размерами до 40 см. Кроме того, встречаются хорошо окатанная галька известняка диаметром 1,5—2 мм, карпатская галька, друзы гипса, редкие кости и зубы крупных животных и мелких грызунов. Пятый горизонт (0,2—0,8 м) состоит из плотной пластичной красно-бурой глины с железисто-марганцевыми стяжениями. Шестой горизонт (0,5—2,5 м) сложен пластичной плотной красно-бурой глиной, выполняющей понижения в днищах полостей. Под красно-бурой глиной на многих пониженных участках залегает седьмой горизонт — пещерный аллювий, состоящий из окатанных обломков известняка с частыми налетами окислов железа и марганца и прослоев красно-бурой глины.

Между всеми выделенными горизонтами наблюдаются перерывы в осадконакоплении, зафиксированные поверхностями размыва, изменениями мощности отдельных горизонтов, прослоями гипса. Водно-механические отложения пещер Черноморского района образовались в основном за счет вымыва и переотложения рыхлого материала с поверхности.

Водно-хемогенные отложения карстовых полостей Украины представлены разнообразными, преимущественно карбонатными образованиями, сформированными в воздушной и водной среде. Единые принципы их классификации не разработаны. Г. А. Максимович [167] подразделяет водно-хемогенные отложения на субтерральные (натечные) и субаквальные (кальцитовые). Позднее он предложил обобщенную схему эволюции спелеолитогенеза в связи со стадийным развитием пещер и изменениями водопритока [168]. В классификациях Д. П. Григорьева [59] и В. И. Степанова [236] учитываются особенности генезиса отдельных минеральных



Рис. 47. Субтерральные натежные отложения (фото В. Н. Дублянского):

а — одиночные сталактиты и сталагмиты во вскрытой пещере Крубера Карибского карстового района; *б* — сталагматы во вскрытой пещере Геофизической Восточного Аппетринского карстового района; *в* — сталактиты «трубки» в Красной пещере Долгоруковского карстового района; *г* — кальцитонные сталактиты в гипсовой пещере Млынки Приднестровского карстового района; *д* — сталактиты «макароны» в пещере Соколинской Восточного Аппетринского карстового района; *е* — сталактитовая драпировка в Красной пещере; *ж* — сталактиты «луковицы» в Красной пещере

образований, сформированных свободно стекающими пленочными или капельными растворами (с учетом влияния сил кристаллизации), при испарении водоемов или растворов из пористых сред. Л. М. Лебедев [146] предлагает классификационную схему, в которой учитываются капельная, струйчатая, пленочная и аэрозольная формы перемещения растворов. Многочисленные морфологические и генетические классификации были предложены зарубежными исследователями [311]. Детальное изучение водно-хемогенных отложений пещер весьма важно в теоретическом отношении. Не меньший интерес вызывает гидрогеологическая сторона — получение информации об интенсивности и форме водопритока, скорости и палеотемпературе подземных вод, их химическом составе, уровнях, цикличности спелеолитогеоза. К сожалению, водно-механические от-

ложения первыми страдают от рук «диких» туристов. Поэтому возникает проблема охраны наиболее богатых натеками пещер.

Специальные исследования водно-хемогенных отложений пещер Украины не производились. Вместе с тем при маршрутных работах накопилось довольно много разрозненных данных об условиях их образования, морфологии и химическом составе. Настоящий подраздел представляет собой сводку всех этих материалов, построенную так, чтобы расширить и дополнить уже имеющиеся обзорные работы, по возможности не повторяя их [80, 86]. При составлении сводки авторы использовали классификацию Г. А. Максимовича [167].

Натежные (субтерральные) отложения. В Горном Крыму в коррозионно-гравитационных и нивально-коррозионных полостях они представлены небольшими ста-



Рис. 48. Субтерральные натечные отложения в Красной пещере Долгоруковского карстового района (фото В. Н. Дублянского):

а, в — кораллиты на сталактитах; б, г—е — геликтиты; ж — ребристый натек

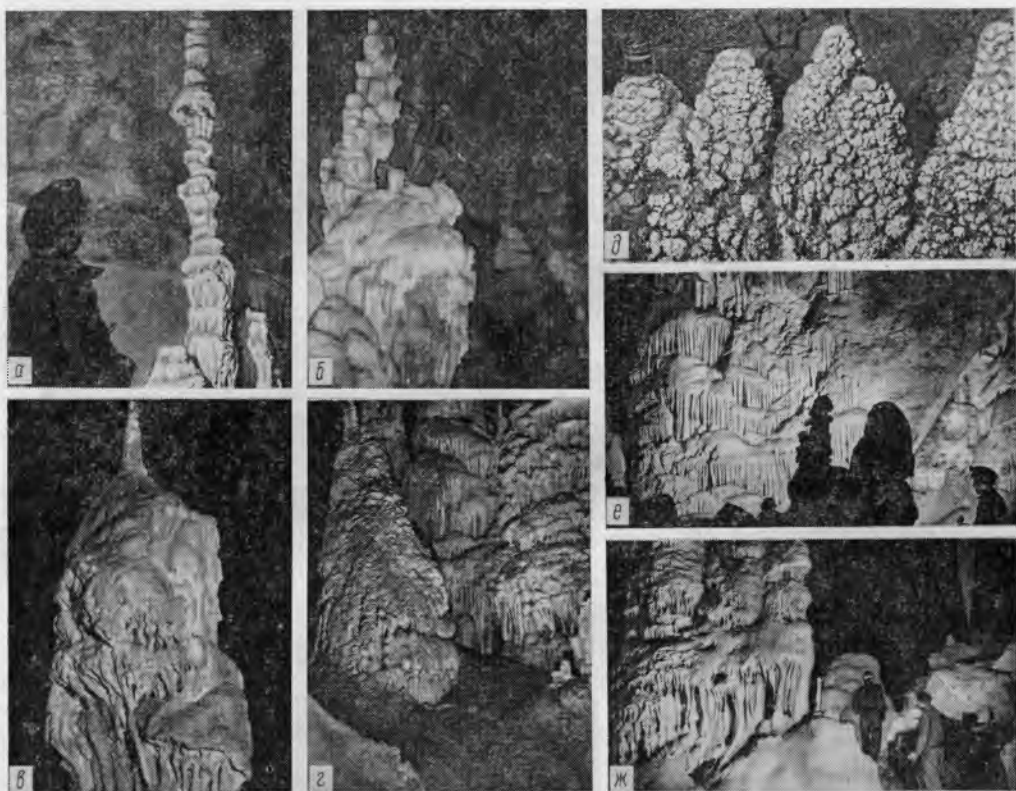


Рис. 49. Субтерральные натечные отложения (фото В. Н. Дублянского и Г. И. Зеленина):

а, б — отдельные сталагмиты во вскрытой пещере Дублянского Карабийского карстового района; в — сталагмиты различных генераций во вскрытой пещере Кристальной им. Г. А. Максимовича Центрального Айпетринского карстового района; г — группы сталактитов и натечных колонн в Красной пещере Долгоруковского карстового района

лактитами и сталагмитами. В коррозионно-эрозионных полостях (Скельской, Висячей, Красной, Геофизической, Эмине-Баир-Хосар, Крубера, Эгиз-Тинах и др.) наблюдается большинство из существующих натечных форм (сталактиты, сталагмиты, бархома, занавеси, сталагматы, колонны). Щиты и барабаны сравнительно редки (пещеры Красная, Кастере, Эгиз-Тинах). Во многих полостях есть натечные коры, геликтиты, корралиты (рис. 47—53). Натечные образования резко контрастны по размерам. Во вскрытой пещере Бездонной свод одного из куполов покрыт спутанно-волокнутой массой, состоящей из тончайших (толщиной в сотые и тысячные доли миллиметра), тесно переплетающихся изогнутых волокон, а также из копьевид-

ных, игольчатых и пластинчатых кристаллов кальцита. Натечные колонны во вскрытых пещерах Монастырь-Чокрак, Крубера, Мира достигают высоты 15—18 м при диаметре 4—6 м. Их объем превышает 400 м³, а масса 1100 т.

По химическому составу натечные образования близки к вмещающим известнякам. Количество полуторных окислов изменяется от 0,25 до 1,12% (повышение их содержания сопровождается появлением бурой окраски), MgO — от 0,09 до 0,99%, MnO — от 0,02 до 0,06%. Рентгенометрическими анализами девяти различных по форме и окраске натеков из Красной пещеры установлено, что все они сложены кальцитом. Спектральный анализ показывает наличие в натеках Be, Ti, Mn, Sr, Ni,

Уб в количествах ниже кларковых, не превышающих их содержание в известняках. По сравнению с коренными породами натечные формы характеризуются почти в три раза меньшей радиоактивностью. В 88% случаев она в радиовом эквиваленте не выше $0,07 \text{ с}^{-1}\text{г}^{-1}$ [64].

При облучении натечков лампой-вспышкой или ртутно-кварцевой лампой отмечена интенсивная люминесценция. Преобладает свечение в зеленой части спектра, хотя известны случаи светло-желтого, голубого и синего. Активирующим веществом решетки, по-видимому, является марганец [145]. Изучение сталактитов из пещер Карабийского массива показало наличие сдвига изотопного состава углерода для их внутренней (0,92%), средней (0,80%) и внешней (0,59%) частей. Э. М. Галимов [30] объясняет это резкими изменениями почвенно-климатических условий в послекиммерийско-куяльницкое время.

В некоторых карстовых полостях Крыма наблюдаются налеты, наплывы или покровы «лунного молока», иногда достигающие толщины 2—5 см. Для него характерно скрытопластичное состояние. При нарушении структуры «лунное молоко» тиксотропно разжижается. Детальные электронно-микроскопические исследования методом самооттениющихся углеродных реплик с помощью стереоскана [269] показали, что в «лунном молоке» из вскрытых пещер Кара-Мурза, Крымской, Паласа можно выделить несколько морфологических разновидностей кальцита. Это тонкие сильно вытянутые уплощенные пластинки, покрытые косою штриховкой, с многочисленными вторичными выростами ромбоэдрического или скаленоэдрического облика, тончайшие волокнистые изогнутые кристаллики толщиной около 0,25 и длиной 8—9 мкм, образующие минеральную «вату», иглообразные прямые кристаллики, лишенные скульптуры, неправильные изометрические частицы, очевидно мелкие обломки породы. Все образцы «лунного молока» оказались практически кальцитовыми. Спектральный анализ показал незначительное содержание Fe, Ti, Cu, Sr, Ni, а также несколько большее содержание Si и Al, вероятно связанных с глинистыми минералами.

Различные натечные отложения часто



Рис. 50. Сталактиты, сталагмиты и колонны во вскрытой пещере Геофизической Восточного Айпетринского карстового района (фото Г. И. Зеленина)

встречаются в других пещерах Украины. В пещерах Карпат известны сталактиты, сталагмиты, геликтиты, бахрома и натечные коры. Отдельные сталактиты встречаются в пещерах Предгорно-Крымской, Причерноморско-Азовской и Равнинно-Крымской карстовых областей. По химическому составу они не отличаются от натечных образований крымских пещер.

Значительно более интересны карбонатные натечки из гипсовых пещер Подольско-Буковинской карстовой области. Впервые они были описаны А. Ломницким

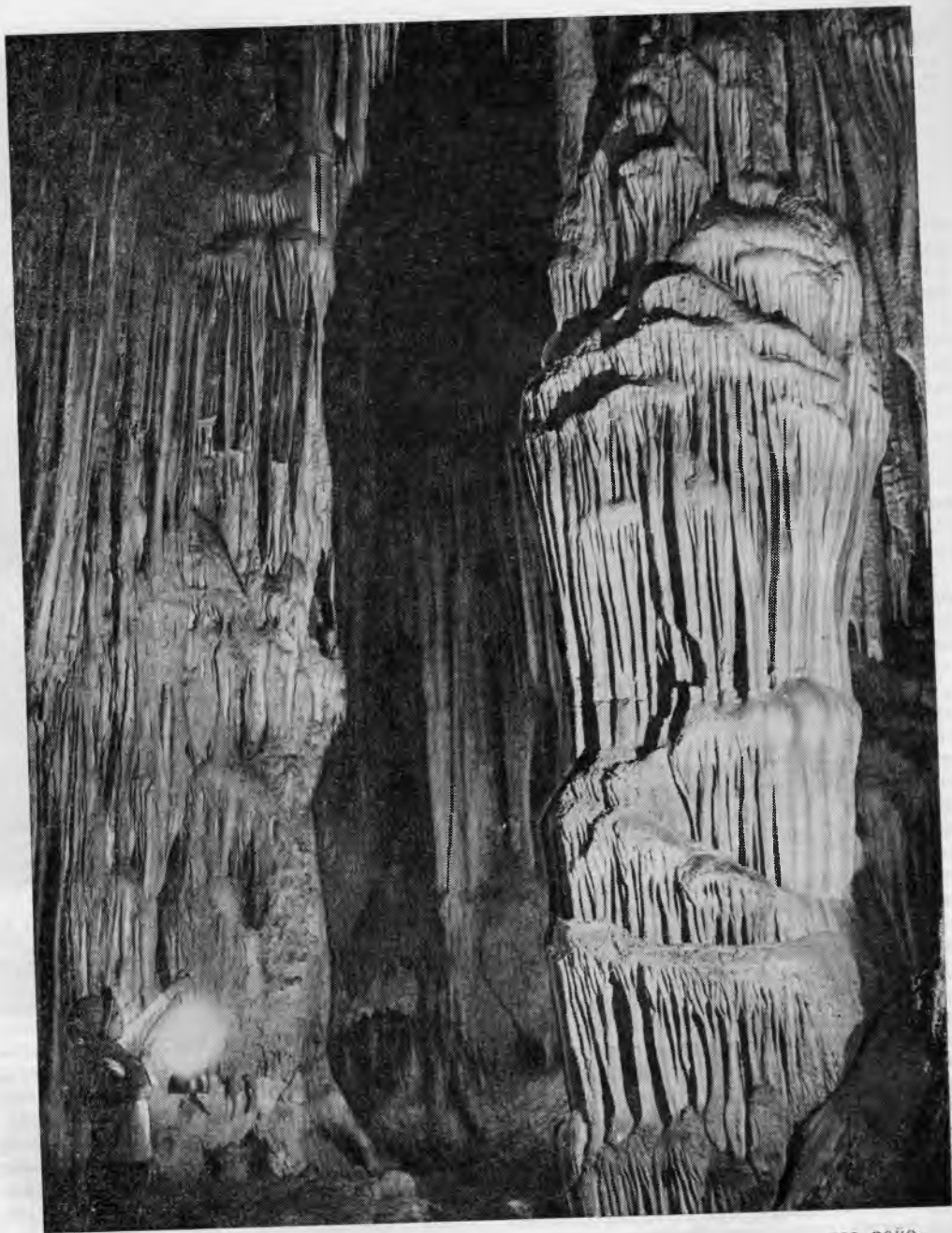


Рис. 51. Натечные колонны во вскрытой пещере Мира Карабийского карстового района (фото Г. И. Зеленина)



Рис. 52. Фрагмент натечной колонны во вскрытой пещере Мира Карабинского карстового района (фото Г. И. Зеленина)

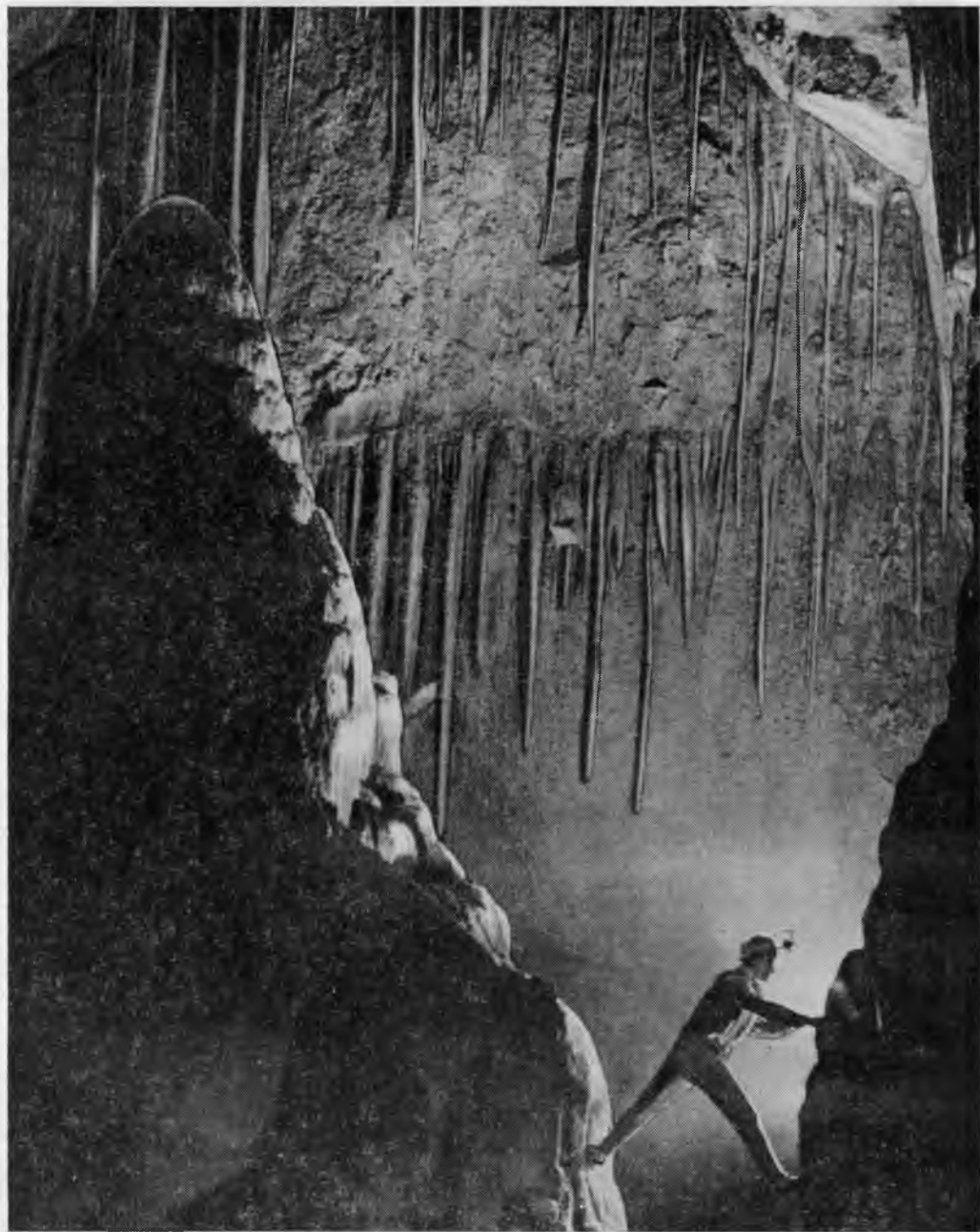


Рис. 53. Натечные ребра и флаги на стенах вскрытой пещеры Кристальной им. Г. А. Максимо-
вича Центрального Айпетринского карстового района (фото Г. И. Зеленина)

[302] в Тлумачской и В. Нехае [303] в Кривченской пещерах. Карстовая экспедиция АН УССР установила в этих пещерах, а также в пещерах Вертебе, Озерной, Оптимистической и других, не только всевозможные сталактиты, но и небольшие сталагмиты, драпировки, натечные коры, каскадные натеки. Они встречаются либо в галереях, заложенных под структурной террасой по кровле ратинских хемогенных известняков (пещера Кристальная) (рис. 22), либо в галереях и залах, развитых по зонам тектонических нарушений (пещеры Млынки, Озерная и др.). По составу натечные образования Подолии почти не отличаются от крымских. В некоторых сталактитах несколько повышено содержание SO_3 (до 2,43%) и SrO (0,31—0,40%) [87]. Состав и микроструктура натеков Подолии изучались А. И. Костровской [136] и Б. И. Сребродольским [235]. И. Д. Гофштейн [56] обратил внимание на то, что в росте натечных образований Тлумачской пещеры отразились изменения солнечной активности.

Кальцитовые (субаквальные) отложения в Горном Крыму обычно встречаются в коррозионно-эрозионных полостях (рис. 54). Кальцитовые обрамления (оторочки) наблюдаются на бортах и днищах ванночек сухих и периодически обводненных пещер. Оторочки и коры на размытой поздней глине и стенах пещер служат надежными индикаторами изменений уровней воды (пещеры Эмине-Баир-Хосар, Джур-Джур и др.). На стенах обводненных пещер в зоне сезонных колебаний уровней воды часто образуются налеты, примазки и черные корочки [86], толщиной до 0,4 мм. Химический анализ четырех образцов (в %): CaO 16,3—38,0, MgO 0,51—2,10, $(\text{Mn} + \text{MnO}_2)$ 16,55—35,49, $(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ 2,41—17,50, Al_2O_3 3,50—7,50, SiO_2 8,70—24,11, TiO_2 0,32—0,67. Спектральным анализом установлены такие элементы: Ba, Ti, V, Cu, Mn, Zr, Cr, Ni, Co, Pb, Nb, Sn, Ga, Y, La. Содержание Ba, V, Mn, Ni и Co в 6—10 раз превышает кларковое, а Ba, Ti, Mn, Ni, Co, Sn, La в 10—20 раз выше, чем во вмещающих известняках.

Рентгенографические и термические анализы показывают, что марганцевые минералы натечных кор представлены сложной смесью окислов типа вада-псиломела-



Рис. 54. Бахрама, сталагмиты, сталактиты и натечные ванночки с оторочками в пещере-источнике Висячей Восточного Айпетринского карстового района (фото Г. И. Зеленина)

на с глинисто-карбонатным материалом. В формировании кор, вероятно, принимают участие микроорганизмы [296].

Кальцитовые натечные плотины (гуры) обнаружены в 32 карстовых полостях Крыма, в основном во вскрытых пещерах (56 плотин) и пещерах-источниках (128). Гуры, образованные в слабо проточных условиях (при водопитоке 0,1—0,01 л/с), расположены в одиночку в основании крупных фильтрующих трещин. Для них характерны значительные изменения высоты (0,05—5,0 м), площади озер (0,2—15 m^2), небольшая длина плотины (0,2—1,2 м), сильная выпуклость стен, сложенных пористым карбонатным материалом (плотность 2,2—2,4) и обрамленных изнутри кальцитовыми оторочками. Озера переполняются водой только после таяния снега и сильных ливней. Гуры этого типа

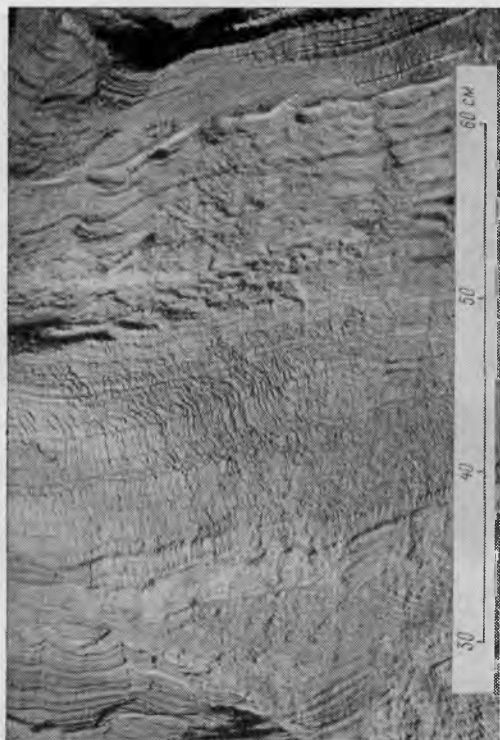


Рис. 55. Сезонные прослойки в разрезе натечных плотин Красной пещеры Долгоруковского карстового района (фото В. В. Илюхина)

формируются у механико-термодинамического (в основном испарительного) барьера.

Гуры, образованные в проточных условиях (при водопритоке 0,1—100 л/с), располагаются в руслах подземных потоков. Для них характерна большая высота (0,2—7,0 м), значительная площадь озера (2—200 м²), большая длина (3,0—3,8 м, в Красной пещере даже 13 м). Плотины имеют ступенчатый профиль с преобладающими вертикальными участками. Сложены они плотным карбонатным материалом (плотность 2,4—2,6), иногда «бронированы» карбонатно-марганцевыми корами. Формирование гуров этого типа происходит за счет изменений гидрохимического баланса потока у механико-термодинамических барьеров [88], в силу чего отмечается ритмичность в их расположении.

При увеличении расхода потока происходит прорыв плотин и образуются натечные мосты различной конфигурации. На боковой поверхности прорванных гуров четко фиксируются сезонные полуслойки средней толщиной 0,2 мм (рис. 55). Таким образом, русловые гуры Красной пещеры формировались примерно 9—10 тыс. лет. За это время на поверхности Земли сменилось несколько крупных периодов увлажнения и иссушения продолжительностью для Северного полушария примерно 1750 лет. Эти макоритмы выделяются по четким поверхностям размыва гуров. Внутри них прослеживаются 11—13-летние ритмы, очевидно связанные с земными и космическими проявлениями солнечной активности [80].

Кальцитовые оолиты и пизолиты обнаружены в 26 карстовых полостях Крыма (рис. 56). По условиям образования их можно разделить на три группы. В слабо проточных ванночках перемешивание воды происходит за счет ударов капель. Оолиты имеют овальную форму и средние размеры от 5,2 до 10,7 мм. Увеличение размеров отмечается при повышении температуры воды в ванночке. Поверхность оолитов обычно шероховатая. В проточных ванночках перемешивание воды происходит при движении струй инфильтрационных вод. Оолиты имеют сферическую форму, средние размеры от 7,0 до 13,0 мм, гладкую поверхность. В расширениях закарстованных трещин благодаря изменчивому гидродинамическому режиму одновременно формируются различные по размерам пизолиты. Например, из 16 185 оолитов и пизолитов вскрытой пещеры Бездонной 51% имеют размеры 0,1—0,5 мм; 34,7% — 0,5—1,0 мм; 10,9% — 1,0—2,0 мм; 0,7% — более 2,0 мм [82].

Оолиты и пизолиты полигенетичны. В одних случаях они формировались при «старении» первоначального карбонатного коллоидного густка, в других имели «затравку» (комочек глины, песчинку кварца, зубы мелких грызунов и др.). Количество слоев в самых крупных пизолитах достигает 180—200, в образцах диаметром до 5—6 мм обычно не превышает 60—70 (рис. 56, д—з). Толщина слоев варьирует от 0,01 до 0,1 мм. Количество концентрических оболочек не определяет возраста пизолитов, а свидетельствует о внесезон-

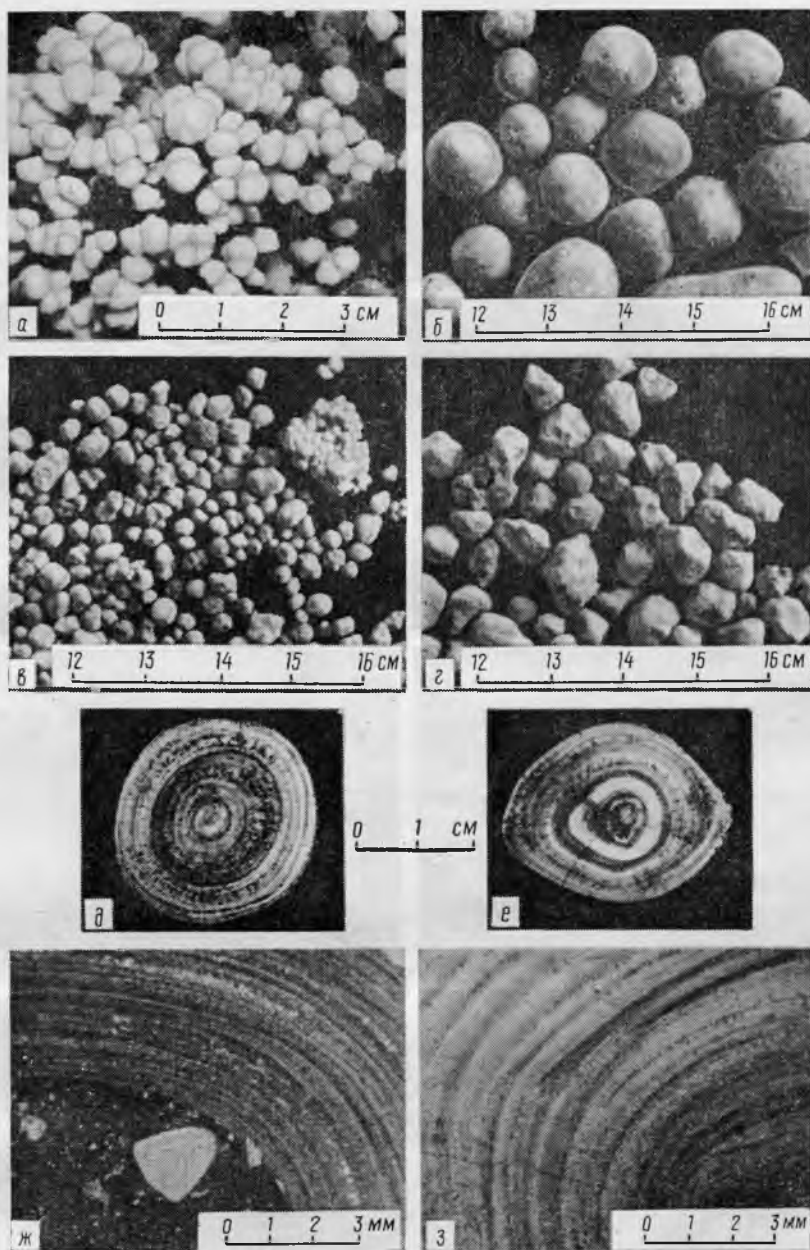


Рис. 56. Оолиты и пизолиты из пещер Крыма:

а—г — оолиты из пещер (а — Красной Долгоруковского карстового района; б — Бездонной Чатырдагского карстового района; в, г — Неуймина и Четырехглазки Карабийского карстового района); д, е — шлифовки пизолитов из Красной пещеры; ж, з — шлифы пизолитов из Красной пещеры

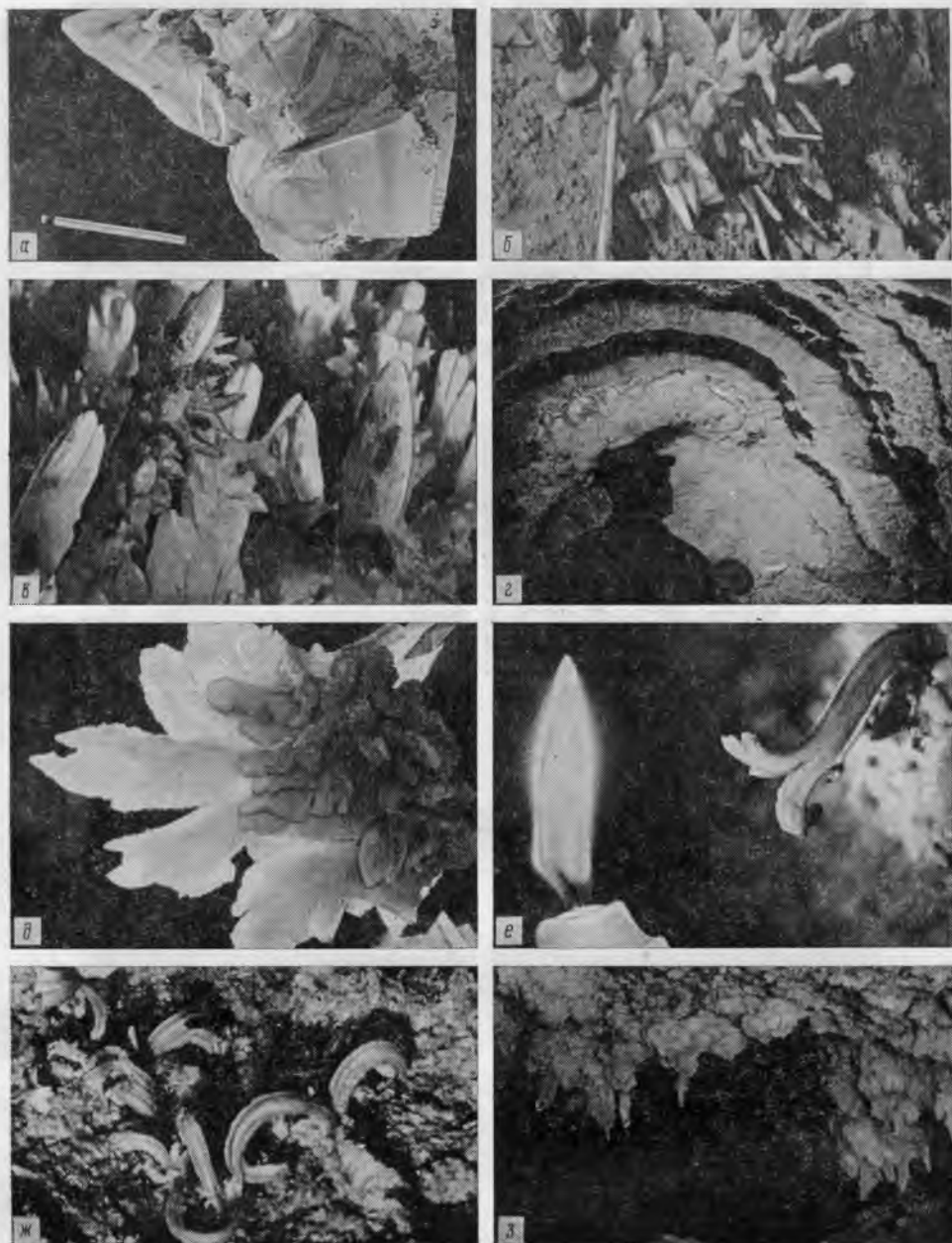


Рис. 57. Кристаллы автохтонных минералов (фото В. Н. Дублянского и Г. И. Зеленина): а — исландский шпат в шахте-поноре Ход Конем Чатырдагского карстового района; б, в — кальцит во вскрытой пещере Кристальной им. Г. А. Максимовича Центрального Айпетринского карстового района; г — формы гидратации ангидрита в пещерах Кристальной и Млынки Приднестровского карстового района; д, е — кристаллы гипса из пещер Кристальной и Млынки Приднестровского карстового района; ж, з — гипс в пещере Ставрикайской Ялтинского карстового района

ной смене условий формирования. Абсолютный возраст пизолитов Крыма составляет 5—40 тыс. лет (радиоуглеродные даты ИГФМ АН УССР). Химический и спектральный составы пизолитов близки к таковым вмещающих известняков. Содержание CaO достигает 52,6—54,7%. Спектральным анализом установлены элементы Ba, Ti, V, Cu, Mn, Zr, Ni, P, Sn, Ga, Y в количествах ниже кларковых, а Sr и Pb — несколько выше кларковых и выше, чем во вмещающих известняках.

Субаквальные кальцитовые отложения изредка встречаются и в других пещерах Украины. Так, отдельные активные и отмершие гурь известны в пещерах Карпат, Подольско-Буковинской и Предгорно-Крымской карстовых областей. Здесь изредка наблюдаются различные формы заберегов и кальцитовая пленка на поверхности мелких озер (табл. 4). Оолиты известны в пещере Молочный Камень в Карпатах [82], а также в гипсовой пещере Озерной [4]. Их минералогия и геохимия изучены слабо [235].

Кристаллы автохтонных минералов. В некоторых вскрытых пещерах Горного Крыма (Кристалльной им. Г. А. Максимова, Эмине-Баир-Хосар, Ени-Сала-II) обнаружены скелетные формы кристаллов кальцита (рис. 57, б, в). Они возникают в субаэральных условиях на сводах или почти вертикальных стенах. Кристаллам свойственна спайность, плоскости которой наклонены к оси удлинения. Механизм образования подобных форм не изучен. В четырех карстовых полостях Крыма (Партизанской, Аю-Тешик, Ставрикайской, Красной) обнаружены кристаллы гипса (рис. 57, ж, з). Они встречаются только в глубине пещер, где отмечаются лишь годовые колебания температуры и влажности воздуха, не превышающие $0,2^\circ\text{C}$ и 0,3 мм рт. ст. Кристаллы гипса чаще всего призматические. В результате вторичного растворения они редко сохраняют правильные кристаллографические очертания.

На известняках, покрытых глиной, часто наблюдаются гипсовые стяжения зубчатой формы, сложенные крупнокристаллическим гипсом. На плитах глинистого известняка иногда образуются пленки серебристо-белого цвета толщиной 1—2 мм, состоящие из пластинчатых кристаллов.

В Красной пещере кроме всех описанных выше форм известны аллофолиты — гипсовые цветы, образованные на участках активного испарения поровых растворов. В пещерах Крыма гипс образуется при воздействии инфильтрационных вод на рассеянный в известняках пирит. Находки кристаллов автохтонных минералов всегда являются признаком близости крупных разломных зон.

Автохтонные гипсовые кристаллы разнообразных форм, размеров, окраски и происхождения обычно встречаются в пещерах Подольско-Буковинской карстовой области (рис. 57, д, е). Кристаллоносные галереи часто расположены в толще гипсов на самых низких горизонтах (пещеры Кристалльная и Озерная). Периодически они заполнялись водой, верхний уровень которой отмечен рядами небольших чистобелых кристаллов. Книзу количество глинистых примесей в кристаллах увеличивается и они приобретают желтовато-бурый или буро-красную окраску. Иногда наблюдается вторичное растворение кристаллов, в результате чего они приобретают столбчатоподобный облик.

Кроме основных компонентов (CaO , SO_3) гипсовые кристаллы содержат небольшое количество (в %) полутвердых окислов (Al_2O_3 — 0,56, Fe_2O_3 — 0,04), SiO_2 (0,38) и MgO (0,11) [87]. В субаэральных условиях образуются игольчатые кристаллы, аллофолиты и антодиты [4, 134]. Их минералогические и геохимические исследования не проводились. Гипсовые кристаллы и аллофолиты обнаружены также в пещерах Причерноморско-Азовской карстовой области.

Коррелятные поверхностные отложения. В Горном Крыму наиболее крупные отложения туфов известны у Красной пещеры. Они образуют горизонтальную площадку, примыкающую к обрывистым бортам ущелья. Объем туфов достигает 400 тыс. м^3 . Среди многочисленных образцов растительных остатков Л. Д. Баженова определила *Quercus petraea* Lieb., *Betula* sp., *Carpinus betulus* L., *Corylus avellana* L., *Salix caprea* L., *Cornus australis* C. A. Mey., *Cornus studei* Heer., *Cotinus coggygrica* Scop., являющиеся компонентами современных лесов Крымских гор. Абсолютный возраст туфов Красной пещеры 25 000 лет (радиоуглеродные даты

ИГФМ АН УССР). Находки археологических материалов в приповерхностном слое туфов свидетельствуют о том, что формирование их почти прекратилось в VII—VI вв. до н. э.

Туфовые отложения известны также у Соколинской пещеры (2,5 тыс. м³), у источника Массандровский водопад, близ пещер Басмана. В то же время их нет у Скельской, Аянской и других обводненных полостей, не отличающихся от упомянутых выше пещер температурой и химическим составом воды. Анализ всех фактических данных и литературных источников свидетельствует о том, что отложение туфов происходило только при наличии комплексного био-механико-термодинамического барьера [80]. Химический состав туфов весьма близок к составу известняков. Спектральным анализом в нем установлены Ti, Mn, Zr, Ni, Ag, La в количествах, меньших кларковых.

Много залежей известковых туфов известно в Подольско-Буковинской карстовой области [87, 141, 159]. Крупная туфовая площадка расположена близ Кристальной пещеры. Она имеет длину 200 м, среднюю ширину у основания 55 м и полный объем свыше 70 тыс. м³. Известковые туфы обычно залегают на аллювии высокой поймы или первой надпойменной террасы. Часто содержат обильную фауну наземных и пресноводных моллюсков. По геолого-геоморфологическим данным, возраст туфов голоценовый. Их отложение обусловлено интенсивным растворением неогеновых надгипсовых (в отдельных случаях и подгипсовых), а также меловых и силурийских известняков.

Криогенные отложения. В отечественной литературе по карстоведению обычно применяется классификация пещерных льдов, разработанная Г. А. Максимовичем (атмогенные, гидрогенные и гетерогенные льды) [167]. При таком подходе лед и снег, образующиеся и накапливающиеся под землей, приходится рассматривать раздельно, хотя их генетическая близость в ряде случаев несомненна [80, 86].

Все чаще высказывается мнение, что к этой своеобразной группе природных льдов следует подходить с критериями, разработанными в структурном льдоведении, мерзлото- и ледниковедении. В таком случае следует выделять осадочные,

метаморфические, конжеляционные и сублимационные льды [26].

К *осадочному типу* относятся весенние и летние снежники-перелетки. Они образуются во всех карстовых полостях, имеющих достаточно большие размеры входа (более 1 м), при которых невозможно сплошное перекрытие снежной пробкой. Весной и летом эти снежники стают, способствуя нивально-коррозионной проработке или моделированию стенок шахт и пещер. Судя по материалам зимних подземных снегосъемок, проведенных в Горном Крыму в 1969—1970 гг., мощность снега на дне нивально-коррозионных полостей перед началом весеннего снеготаяния достигает 4—5 м (в редких случаях 8—12 м, шахта Водопойная). Плотность снега вниз по разрезу толщи изменяется от 0,30 до 0,65 г/см³, а суммарные запасы влаги достигают 20 тыс. м³.

Таким образом, таяние снега в шахтах и пещерах может обеспечить деятельность одного карстового источника со средним за теплый период расходом 1,3 л/с. Это опровергает утверждения о большой водорегулирующей роли шахт-снежников [29, 117, 197, 220, 228]. В других карстовых областях УССР гидрогеологическая роль снега еще меньшая.

К *метаморфическому типу* относятся многолетние снежники и ледники. Подобные образования известны только в Горном Крыму. Здесь насчитывается 36 полостей с постоянными скоплениями снега и льда. Они расположены на высоте от 700 до 1400 м [80]. Таким образом, на сохранение снега и льда под землей влияет не столько среднегодовая температура воздуха на поверхности, сколько морфология полостей. Скопления офирнованного снега (плотность его 0,45—0,65 г/см³) образуются на дне или на промежуточных уступах колодцев и шахт нивально-коррозионного типа (рис. 12, а) и на дне вскрытых пещер (рис. 6, в, 7, е). В первом случае существует довольно четкая связь между размерами входа в полость и ее глубиной, так как тающий снег является основным агентом коррозионного углубления колодца или шахты [76]. Во втором случае снег можно встретить на любой глубине от поверхности. Например, во вскрытой пещере Бездонной глубина входного вертикального ствола составляет 145 м.

При этом в разные годы объем снежного конуса на дне может меняться от 5—10 до 100—200 м³ и более.

Подземные ледники в пещерах Крыма не известны. Можно предполагать наличие ледника, питающегося за счет снега, только во вскрытой пещере Бузлук в Карабийском районе (рис. 58). Начинается она провальной воронкой диаметром 20 м, со дна которой наклонная 100-метровая галерея приводит к сравнительно узкому ходу, в отдельные годы полностью заполненному льдом, и конечному колодезю глубиной 19 м. В нижней части галереи имеются мощные (более 5—8 м) скопления офирнованного снега и фирна [121]. Судя по косвенным признакам (запрокинутость слоев в языковой части, наличие в глубине полости отложений, напоминающих подземную морену), в годы с положительным балансом массы (обильные снегопады), фирновый лед мог приходить в движение. Во вскрытой пещере Бузлук необходима организация специальных гляциологических наблюдений.

Структура снега и льда многолетних снежников Крыма не изучалась. Есть лишь некоторые данные об их химическом составе. По данным 29 разновременных анализов, по анионному составу преобладают гидрокарбонатные (45%) и хлоридно-гидрокарбонатные (36%) воды; по катионному составу — натриевые (40%) и кальциево-натриевые воды (рис. 59). Наименее изменчивы по количественному содержанию ионы HCO_3^- (среднее 53,4 мг/л; $C_v=0,64$), хлора (10,2 мг/л; 0,75) и кальция (11,2 мг/л; 0,76). Наиболее изменчивы ионы SO_4 (8,1 мг/л; $C_v=1,19$) и Mg (1,0 мг/л; 2,00). Средняя проба снега имеет гидрокарбонатный натриево-кальциевый состав при минерализации 75 мг/л и $C_v=0,46$. Статистически значимых различий между химическим составом снега из разных по морфологии и расположению карстовых полостей выявить не удалось. Минерализация снега минимальная в верхней части толщи и увеличивается с глубиной, причем наибольшей минерализацией характеризуется снег, скапливающийся на днищах нивально-коррозионных колодезев и шахт в среднеплитовых и тонкоплитчатых известняках. Это объясняется большим поступлением со стен полостей мелкообломочного материала, который посте-

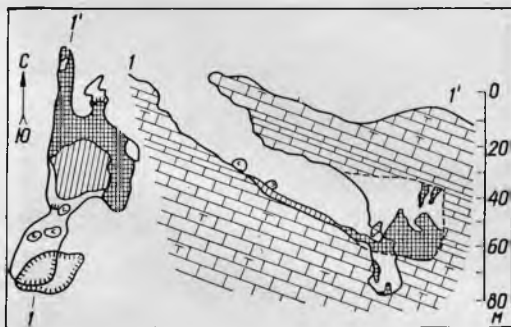


Рис. 58. Вскрытая пещера Большой Бузлук Карабийского карстового района (план и разрез) (условные обозначения см. на рис. 4)

пенно растворяется, увеличивая минерализацию снега.

К конжеляционному типу относятся сталактиты, сталагмиты, наложенные коры, льды водоемов и льды мерзлых горных пород. Эти виды льда в Горном Крыму обычно встречаются во вскрытых пещерах. Наиболее богаты конжеляционным льдом вскрытые пещеры Бузлук и Четырехглазка на Карабийском, Хабази на Чатырдагском, Трехглазка на Айпетринском массивах (рис. 60). В Большом Бузлуке в отдельные годы образуются сталактиты высотой до 9 м и диаметром до 2 м. На дне пещеры Трехглазки ледяная кора имеет площадь более 150 м² (рис. 6, в). В средней части входной шахты вскрытой пещеры Бездонной иногда формируется висящий ледопад с длиной языка 8—12 м (рис. 7, е).

В пещерах-источниках с высокими коэффициентами воздухообмена в холодный период происходит сильное охлаждение привходовой части нижних этажей. В этой зоне при весеннем снеготаянии образуются эфемерные ледяные сталактиты и сталагмиты, стаивающие через 10—12 дней после изменения направления движения воздуха на летнее. Такие же эфемерные конжеляционные льды известны в пещерах других карстовых областей УССР (Карпаты, Подолия).

К сублимационному типу льдов относятся иней и изморозь. Они часто образуются на стенах полостей, на различных формах конжеляционного льда во вскрытых пещерах и пещерах-источниках (Буз-

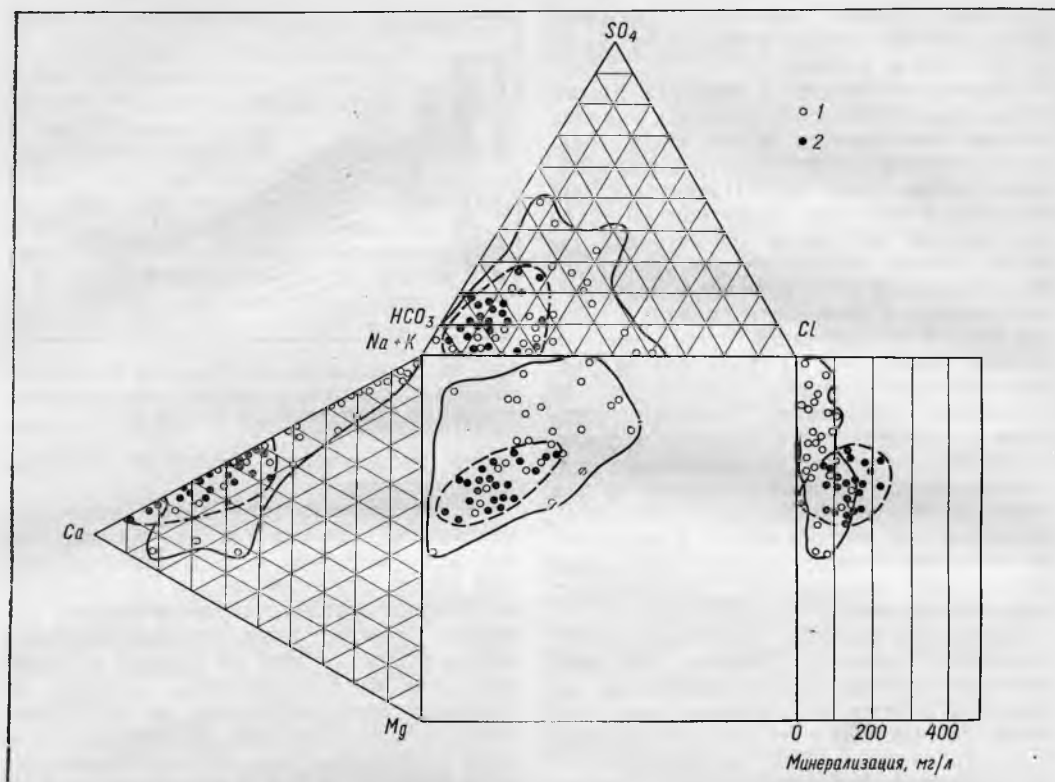


Рис. 59. Химический состав снега (1) и льда (2) из карстовых полостей

лук, Хабази, Красная). Их формирование часто связано с вторжением южных циклонов и возникновением туманов охлаждения на яйле.

Динамика и физический состав конжеляционных и сублимационных льдов в пещерах УССР изучены слабо. В большинстве описанных полостей лед полностью не исчезает, но площадь и мощность оледенения резко меняются вследствие стаивания, реже — испарения. По данным 25 химических анализов, талые воды имеют преимущественно гидрокарбонатный (90%) натриево-кальциевый (55%) или кальциевый (45%) состав (рис. 59). Вследствие более длительного контакта с карстующей породой конжеляционные льды обладают повышенной минерализацией по основным анионам и катионам (HCO_3^- — 113,0, $C_v=0,43$; Ca^{2+} — 32,6 мг/л, $C_v=0,42$),

которая отличается значительно меньшей вариацией, чем талая снеговая вода. Содержание и вариация остальных компонентов примерно такие же, как у талых снеговых вод: ион Cl^- — 13 мг/л, $C_v=0,91$; ион SO_4^{2-} — 13,0 мг/л, $C_v=1,10$; ион Mg^{2+} — 1,6 мг/л, $C_v=1,43$. В конкретных полостях минерализация льда зависит от его происхождения. Во вскрытой пещере Трехглазке конжеляционный лед на глубине 15 м имеет минерализацию 136, на глубине 43 м — 204, на глубине 60 м — 355 мг/л. Таким образом, минерализация его зависит от длины путей фильтрации. На одной и той же глубине конжеляционный лед имел минерализацию 232,8 мг/л (ледяные натеки), а сублимационный лед — 54 мг/л (кристаллы изморози).

Органогенные отложения. Фосфориты. Залежи фосфоритов и фосфорсодержащие

минералы образуются в карстовых полостях, которые были населены наземными позвоночными [167]. На Украине фосфорсодержащие минералы, вероятно, можно встретить лишь в пещерах, где имеются скопления гуано летучих мышей. Такие полости есть в Горном и Предгорном Крыму (пещеры Красная, Голубиная, Медовая, Летучих Мышей), в Карпатах (Дружба), на Подолии (Кристалльная, Млынки, Мокрая), на Буковине (Буковинка), а также в пещерах г. Одессы. Площадь, занятая отложениями гуано, обычно не превышает 20 м², а мощность их 1,0 м. Во многих пещерах Украины тонкие (2—5 см) прослои гуано встречены в археологических шурфах (пещеры Красная, Вертеба). Содержание Р₂O₅ в почвенном слое приходовых частей пещер Карани, Терпи, Малый Бузлук в Горном Крыму достигают 2,1%. Минералогия фосфатных образований на контакте гуано с коренными известняками не изучалась. Между тем из отложений пещеры Мира известно свыше 20 фосфатов, среди которых много редких минералов [167].

Селитра известна только в нескольких пещерах, нишах и искусственных выработках (пещерных городах) Предгорно-Крымской карстовой области. Калиевая селитра образует спутанно-волокнистые выцветы и крупные розетковидные сростки, а также корко- и лентовидные агрегаты, длина которых достигает первых дециметров при толщине 0,5—1,0 мм [238]. Их морфологию детально исследовали В. Ф. Петрунь и Л. С. Белокрыс [203]. Селитра встречается внутри пещер, на поверхности естественных обнажений, в нишах выветривания верхнемеловых мергелей и мергелистых песчаников. Первоначально образуются тонкоиглольчатые выцветы и спутанно-волокнистые агрегаты. При их растворении атмосферными водами происходит перемещение нитратных соединений сверху вниз и образование однослойных корковидных агрегатов. Затем они преобразуются в многослойные агрегаты. Розетки возникают в местах нарастания многослойных корок на неоднородный субстрат вследствие зимнего растрескивания и формирования лучей при отрицательной температуре воздуха. Источником азота для селитры крымских пещер были органические остатки средне-

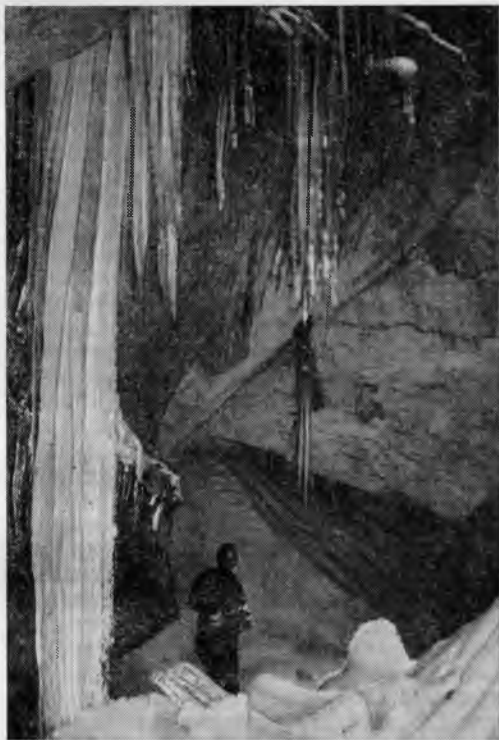


Рис. 60. Офирнованный снег, ледяные сталактиты и коры во вскрытой пещере Трехглазке Восточного Айпетринского карстового района (фото Г. И. Зеленина)

вековых поселений. Таким образом, скопления калийных селитр являются индикатором интенсивности хозяйственной деятельности человека [203].

Костяная брекчия, отложения костей. В отложениях культурного слоя карстовых полостей и пещерных местонахождениях ископаемых позвоночных обнаружено огромное количество (несколько сотен тысяч) костных остатков более 300 видов животных. Этот материал пока обработан только в палеозоологическом и археологическом плане, но остался вне поля зрения минералогов. Между тем в процессе фоссилизации одновременно с выносом коллагена из костной ткани происходит ее частичная минерализация. Полости в костной ткани заполняются кальцитом, гидроокислами железа или марганца, гипсом и более редкими минералами. В настоя-

щее время из них описана только скрытокристаллическая разность карбонат-апатита, близкого к франколиту [14] и подолиту [96].

Гидротермальные отложения на Украине пока бесспорно установлены только в Донбасской карстовой области [195]. В карстовых полостях, заложенных в известняках среднего карбона, обнаружены сплошные или прерывистые щетки криво-гранных ромбоэдров анкерита размером до 5—6 мм, на которых иногда развиваются ромбоэдрические кристаллы кальцита. Пирит местами образует «высыпки» мелких (1—2 мм) кристалликов на кальците, анкерите и стенах полостей. Марказит наряду с пиритом встречается в дру-гах мелких копьевидных и игольчатых кристаллов, выросших на щетках анкерита.

На поле шахты им. Челюскинцев в небольшой щелевидной полости на контакте анкеритизированного известняка с углем (глубина 250 м) отмечены небольшие (1—2 мм) тетраэдрические кристаллы халькопирита с грубой штриховкой на гранях и тетраэдрические кристаллы сфалерита. Пальгорскит обнаружен на глубине 535 м на стенах воронкообразной полости, открытой в сторону угольного пласта. Барит наблюдается в небольших полостях, развитых вдоль седиментационного шва на этой же глубине. По мнению О. М. Орлова, образование и заполнение полостей термокарста происходило на доскладчатом этапе развития структуры при температуре растворов 110—115°С. Пальгорскит и барит образовались позднее, когда известняки были выведены в зону гипергенеза.

В Горном Крыму до последнего времени основное внимание уделялось «холодным» пещерам, хотя Г. А. Максимович [169] указывал на возможность проявлений гидротермокарста на более ранних этапах развития карстующихся структур. На Карабийском, Чатырдагском и других

горных массивах Крыма известны мощные (до 12 м) кальцитовые жилы в известняках. Вблизи последних располагаются шахты-поноры Молодежная, Гвоздецкого, Ход Конем, вскрывшие на глубинах 90, 154, 160, 260 м древние карстовые полости с глинистым заполнителем и кристаллами исландского шпата (рис. 57, а). Друзы и отдельные кристаллы шпата расположены в центральной части полостей. Их размеры обычно не превышают 8—10 см, изредка встречаются индивиды длиной до 15 см. Кристаллы бесцветные или светло-серые. Их поверхность шероховатая, отдельные грани корродированы. Полости с исландским шпатом часто перекрыты обычными карбонатными натечками. Первооткрыватели [206] сначала предполагали, что это новый для Крыма трещинно-карстовый тип шпатоносности. Последние исследования показали, что температура образования этих кристаллов превышает 50°С [280].

По геологическим данным образование кальцитовых жил и гидротермокарстовых полостей с кристаллами исландского шпата происходило в раннем палеогене — неогене. Вероятно, в это же время за счет проникновения субтермальных растворов по зонам приразломной трещиноватости образовались жилы ангидрита в верхнеюрских известняках, песчаниках и конгломератах Айпетринского массива [239].

Изучение древних гидротермокарстовых полостей Крыма представляет большой интерес для познания его палеогидрогеологии. Очевидно, правомерно выдвижение гипотезы о том, что некоторые пещеры, до сих пор считавшиеся «холоднокарстовыми» образованиями, могут быть реликтами значительно более древних мел-палеогеновых гидротермокарстовых полостей. Возможно, к ним относится пещера Карани на Карабийском массиве, состоящая из одного зала и имеющая аномально высокий удельный объем (200 м³/м).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКОМ И ЖИВОТНЫМИ

Первые археологические исследования карстовых полостей на Подолии проводили А. Н. Киркор, Г. О. Оссовский (1878—1891), а в Крыму К. С. Мережковский (1879—1881). Они установили, что многие гроты и пещеры использовались человеком еще в палеолите. После Великого Октября археологические исследования продолжали Г. А. Бонч-Осмоловский, С. Н. Биби-ков, С. Н. Забнин, Н. Л. Эрнст, Д. А. Крайнов, А. А. Формозов, О. Н. Бадер, П. И. Борисковский, А. А. Черныш, Ю. Г. Коло-сов и др. Однако раскопки производились главным образом в светлых открытых навесах, небольших гротах, в привходовых частях пещер и не захватывали более дальние афотические галереи и залы.

В антропогене карстовые полости неоднократно и с самыми различными целями использовали человеком. Поэтому археологические исследования дают уникальные материалы об исторической стороне проблемы взаимоотношений человека и природы, открывают возможности интересных палеогеографических реконструкций, позволяют восстановить особенности развития орудий труда, формирования многих черт культуры и социальных отношений наших далеких предков. Материалы по археологии карстовых пещер Украины опубликованы в различных, часто довольно редких изданиях. Авторы настоящей книги, не претендуя на полноту и строгость изложения археологических проблем, поставили перед собой задачу систематизировать имеющиеся материалы исследований афотических частей карстовых полостей. Сведения по археологическому изучению гротов и навесов Украины рассматриваются в той мере, в какой это необходимо для соблюдения последовательности изложения.

Палеолит. В гротах и навесах первой и второй горных гряд Крыма известно много интереснейших археологических памятников, относящихся к раннему (Киик-Коба, Волчий Грот, Чокурча, Шайтан-Коба, Староселье и др.) и позднему (Сюрень-І, Буран-Кая, привходовая часть пещеры-источника Аджі-Коба на Карабийском массиве и др.) палеолиту. В афотических частях пещер Крыма следов пребывания палеолитического человека пока

не обнаружено. В небольших пещерах и гротах береговых обрывов Днестра также нет достоверных следов палеолитического человека. Подъемный кремневый материал, иногда встречающийся у входов в крупные пещеры (Красная в Крыму, Кристальная на Подолии и др.), свидетельствует о том, что они, возможно, использовались человеком. Культурный слой небольшой мощности вскрыт в пещере Молочный Камень в Карпатах. Очевидно, эта пещера была во второй половине позднего палеолита кратковременным лагерем охотников на пещерного медведя [43]. Споропыльцевые спектры культурного слоя свидетельствуют о более суровых климатических условиях того времени. Вокруг пещеры были распространены альпийские луга, переходящие в заросли стланика из горной сосны и можжевельника. В настоящее время подобный состав растительности характерен для альпийского пояса Карпат, находящегося на высоте 2000—2300 м (пещера находится на высоте 740 м). Поиски палеолитических стоянок в пещерах Украины следует продолжать [18, 259].

Мезолит. К этому периоду относятся культурные слои, вскрытые в гротах и навесах Алимов, Сюрень-II, Буран-Кая, Шан-Коба, Фатьма-Коба, Мурзак-Коба в Крыму, и некоторые археологические памятники, обнаруженные в гротах Приднестровья. В афотических частях пещер Украины находок этого возраста пока нет [18].

Неолит. Кратковременные, по-видимому сезонные, стоянки первобытного человека встречены во многих гротах и навесах Горного Крыма (Таш-Аир, Земиль-Коба и др.). Поздний неолит характеризуется изобретением глиняной посуды, которая лепилась вручную и была довольно грубой. Это расширяет возможности применения археологических методов для датировки пещерных отложений. Однако, к сожалению, в афотической части пещер Крыма неолитические орудия и керамика также пока не обнаружены.

В Приднестровской Подолии А. Н. Киркор [300] и Г. О. Оссовский [196] детально изучили археологию пещеры Вертебы. Наиболее интересные находки обнаружены в трех участках пещеры: в привходовой части — несколько человеческих скелетов, кремневые ножи и осколки глиняных со-

судов; в Переднем лабиринте — три детских скелета, глиняные сосуды, кремневые ножи, шильца, антропоморфные фигурки; в Поворотной камере, в 350 м от входа, — раздавленные упавшей глыбой скелеты 25 мужчин примерно одного возраста, обращенные головами ко входу, глиняные сосуды с зерном и пустые для воды. По составу все находки можно разделить на шесть групп. Кремневые изделия представлены колотыми (ножи, пилы) и шлифованными (секиры, долота) орудиями. Каменные — исключительно украшения (орнаментированные кружочки из песчаника для ожерельев), орудия и украшения из кости и зубов (шильца), орнаментированные лопатки оленя и лошади, ожерелья из клыков лисицы, рукоятки молота из рога оленя. В составе керамики обнаружены обломки более 200 сосудов размерами от 2 до 40 см в высоту. Часто посуда имеет выпуклый или углубленный орнамент. Кроме того, обнаружены необожженные и обожженные грузила, изготовлявшиеся из пещерной глины, украшения (глиняные бусы), антропоморфные мужские и женские фигурки. В последнюю группу входят подвески из раковин *Pectunculus*, встречающихся довольно далеко от пещеры в береговых обнажениях литоманиевых известняков.

Анализ археологических находок и «таинственный характер подземного лабиринта» [196, с. 80] приводят к мысли о культовом использовании пещеры Вертебы в неолите. Богатейшие археологические находки в пещере Вертебе, благодаря которым ее называют «Надднепрянской Помпеей», были вывезены в г. Краков и погибли во время второй мировой войны. Некоторые выводы этих авторов нуждаются в уточнении. В частности, вряд ли справедливо заключение Г. О. Оссовского о том, что в гипсовых пещерах нет четкой последовательности формирования рыхлых отложений и поэтому изучение стратиграфии разрезов не имеет датировочного значения. Необходимы детальные исследования пещеры Вертебы с использованием современных методик.

В эпоху меди и бронзы люди уже предпочитали жить на открытых местах, в плодородных и теплых долинах. Скальные навесы по-прежнему использовались в культовых целях (Таш-Аир, в долине

р. Качи, в котором сохранилась роспись краской на стене и др.). Из афотической части пещер Украины известны только единичные случайные находки (бронзовый наконечник копья, бронзовые бусинки из пещеры Вертебы). В Горном Крыму особый интерес представляют загадочные знаки, в виде глубоких линий, процарапанных на отвесных стенах шахты Студенческой на Карабийском массиве. В настоящее время глубина первого колодца шахты составляет 20 м. Спуститься в него можно только с помощью приемов спортивного скалолазания. Знаки расположены в несколько ярусов на высоте более 2 м от дна. Наиболее высоко высечено несколько кругов-колес со спицами, очевидно представляющих собой солярные знаки. Ниже располагаются более молодые, вероятно скифо-сарматские, знаки (рис. 61).

В эпоху раннего железа пещеры в основном использовались как святилища. В 1960—1961 гг. Карстовой экспедицией АН УССР были проведены детальные исследования трех пещер в Горном Крыму.

Пещера Ени-Сала-II расположена на южном склоне одного из западных отрогов Долгоруковского массива. Выше пещеры проходит заброшенная скотопрогонная тропа. Пещера состоит из нескольких залов, разделенных натечными колоннами. В нижнем зале под высоким богато украшенным каскадными натеками куполом стоял полутораметровый сталагмит, на конце которого был надет череп козла. Пол зала завален камнями, между которыми много обломков лепной керамики. Раскопки, проведенные в трех местах пещеры, дали обильный керамический и костный материал. Фрагменты лепной керамики собираются в 92—93 целых сосуда. Из них 41—42 — кухонные котлы и горшки. Среди остальных лощеных сосудов выделяются 18 различных мисок, 11 больших корчаг, 11 кубков, 8 горшков с широким устьем, 3 одноручных ковши. Кроме того, в пещере найдено два пряслица и более 150 обломков костей, принадлежащих в основном домашним животным — овцам или козам, быкам, лошадям, свиньям (всего 24 особи). Кроме того, из раскопа в нижнем зале извлечены две оструганные и заостренные палочки, в которых можно узнать примитивные фигурки — зооморф-



Рис. 61. Резные знаки на стенах шахты Студенческой [68]

ную и антропоморфную — очень похожие на изображения шаманских духов у народов севера. Керамика из пещеры Ени-Сала-II хорошо датируется VII—VI вв. до н. э. Она аналогична материалу других памятников кизил-кобинской культуры. В пещере нет никаких признаков того, что она использовалась для хозяйственных целей, как убежище или жилище. Положение пещеры у скотопрогонной тропы, состав и расположение археологических находок свидетельствуют о том, что пещера была святилищем скотоводческого культа [274].

Пещера Малой Академии расположена на западном обрыве горы Демерджи, под седловиной, через которую некогда проходила скотопрогонная тропа. Вход пещеры обращен к северо-западу. Коридор длиной 35 м, шириной до 4—5 м и высотой 6—8 м завершается глыбовым навалом, под



Рис. 62. Наскальное изображение из пещеры Малой Академии Демерджинского карстового района [275]

которым находится 30-метровая шахта, выводящая в нижнюю часть пещеры. Возвышаясь над полом коридора на 4,5 м, завал образует в верхней части небольшую площадку. Над ней на стене, покрытой известковыми натеками, высечено схематическое изображение человеческого лица — ровный круг диаметром 12 см, на котором углублениями показаны глаза, нос и рот. Над изображением лица прямыми линиями высечен равносторонний крест; очевидно солярный знак (рис. 62). По-видимому, это был прототип современной иконы с изображением лица святого. К сожалению, ее постигла судьба «Спящей красавицы» из пещеры Приморья: она изуродована неизвестными «туристами».

При раскопках в привходовой части пещеры Малой Академии и под «иконой» обнаружена керамика VII—VI вв. до н. э., а в основании 30-метровой шахты — скопление костей домашних животных [12]. Возможно, весной или осенью здесь совер-

шались жертвоприношения скотоводческому божеству. Жертвенных животных убивали перед входом, черепа и ноги приносили в жертву, бросая в шахту.

В Горном Крыму известен ряд малых святилищ. К ним относятся Змеиная и Лисья пещеры на второй горной гряде близ г. Симферополя (VII—VI вв. до н. э., родовые святилища), а также несколько небольших пещер на Чатырдаге. Так как для кизил-кобинской культуры пещерные погребения неизвестны, то человеческие кости, встреченные во всех подвергавшихся раскопкам пещерах, можно рассматривать как жертвоприношения [274].

В Красной пещере (Кизил-Коба) обнаружено пещерное святилище земледельческого культа. Раскопки, проведенные в 50 м от входа, в ближней части Археологического кольца, вскрыли два культурных слоя: III—IV вв. н. э. и VII—VI вв. до н. э. Подсчет керамики нижнего культурного слоя показал, что здесь находилось не менее 45 лепных сосудов, в числе которых 23 кухонных, 10 больших лощеных корчаг, 3 кубка, 8 больших и малых мисок. Датирующим материалом нижнего слоя являются бронзовые наконечники стрел, имеющие характерную ромбовидную или листовидную с шипом форму. В пещере нет достоверных следов постоянного обитания человека. На туфовой площадке близ входа открыты две жилые землянки VII—VI вв. до н. э. и многочисленные зерновые ямы. Состав разновозрастных находок в пещере и на поверхности свидетельствует о вероятном культовом использовании урочища. На туфовой площадке под охраной жрецов или старейшин племени хранилось зерно для посева, у входа в пещеру приносились жертвы земледельческим божествам и горел ритуальный костер. В отдаленных подземельях Археологического кольца, не затапливаемых водой, складывались жертвенные дара, предназначенные подземным духам [274].

Конец I тыс. до н. э. — начало I тыс. н. э. Период с V по I в. до н. э. не охарактеризован археологическими материалами из пещер Крыма. Очевидно, в период скифского царства у местного населения не было нужды искать пристанища в пещерах. Кратковременные посещения, естественно, не оставили материальных следов.

В I в. до н. э. относительно безопасным жилищем для одного из таврских племен, защищавших свою независимость от захвативших побережье римлян, служили 12 небольших гротов на горе Караул-Оба (Восточный Крым). Лабиринт огромных щелей в скалах над гротами использовался как потайное убежище. Вдоль гротов тянулся своего рода «тротуар» из каменных плит, а в щели вели лестницы, сложенные из необработанных глыб известняка. Мощный слой культурных отложений (зола, обломки лепной керамики, кости домашних и диких животных) есть в гротах и щелях. Это убежище исследовали до второй мировой войны Ю. О. Полканов, а в 1948 г. — Н. В. Пятнышева и О. И. Домбровский [67, 212].

Позднеантичный период. В ближней части Красной пещеры уже при первых раскопках С. И. Забнина, Г. А. Бонч-Осмоловского, Н. Л. Эрнста, П. Н. Шульца встречались разбитые и целые, лепные и гончарные сосуды первых веков нашей эры. Детальные раскопки 1960—1961 гг. позволили определить характер использования пещеры и урочища в III—IV вв. н. э. Верхний культурный слой привходовых залов Археологического кольца дал многочисленные обломки 12—15 больших остродонных с воронкообразным горлом и реберчатых амфор. Кроме того, обнаружены обломки восьми лепных горшков позднескифского типа, две лепные миски, одиннадцать краснолаковых «римских» чашек, два небольших кувшина. Это позволяет относить верхний культурный слой к III и началу IV вв. н. э. Часть амфор, найденных в Археологическом кольце, осмолена, в некоторых обнаружен осадок виннокислой извести. В них, очевидно, хранилось вино.

В ближней части Красной пещеры (Иель-Коба), отгороженной от основного лабиринта каменной кладкой, в это же время (III—IV вв. н. э.) существовало хранилище продуктов. Характер посуды (большая часть лепные горшки, миски, цедилки, ковши) свидетельствует о ее использовании в быту, в домашнем хозяйстве. Все это хорошо подтверждают раскопки на туфовой площадке близ входа в пещеру, где в III—IV вв. н. э. существовала большая и богатая усадьба [67].

Раннее средневековье. В позднеантич-

ный и переходный периоды от античности к раннему средневековью (конец III — начало V веков н. э.) в Крыму происходили вооруженные столкновения между потомками скифов и тавров и племенами-пришельцами — готами и гуннами. В конце V в. в Крыму появилась вторая волна гуннов, а в VI—VII вв. — авары и первые хазары. В те смутные времена были разрушены многие поселения. В их числе оказалась усадьба у Красной пещеры. Об этом свидетельствуют находки осколков литого оконного стекла и особенно серебряное зеркальце VI—VIII вв. среди глиняной посуды позднеантичного времени [67]. Материальных следов пребывания человека в пещерах Крыма в это время не сохранилось.

В VIII—X вв. в горных, столетиями пустовавших районах снова появляются пещерные поселения. Переселение жителей из плодородных долин в малоудобные, но закрытые для врагов горные районы обусловило переход от развитого земледелия к скотоводству. Одним из интереснейших археологических памятников этого времени является комплекс пещер Басмана [112].

Хребет Басман, разделяющий бассейны верховьев рек Донги на востоке и Каспаны на западе, начинается на северном склоне Ялтинского горного массива у горы Кемаль-Эгерек. Нижняя часть хребта сложена среднеюрскими аргиллитами и песчаниками, на которых залегают почти 100-метровая толща верхнеюрских известняков. В их отвесных обрывах и расположены древние пещеры-поноры, образованные в начале и середине плиоцена за счет потерь стока р. Донги (рис. 63). Пещеры заложены либо по трещинам напластования, либо по тектоническим трещинам, имеют значительный (15—25°) уклон к западу и характеризуются довольно сложной морфологией.

В 1962 г. Комплексная карстовая экспедиция АН УССР детально исследовала укрепление Исар над пещерами. Оно представляет собой подковообразную каменную стену из необработанных глыб и крупных камней, концы которой несколько не доходят до обрыва, оставляя узкие проходы. Характер укрепления придает стене лишь значительная ее ширина (160—180 см). Кладка стены состоит из

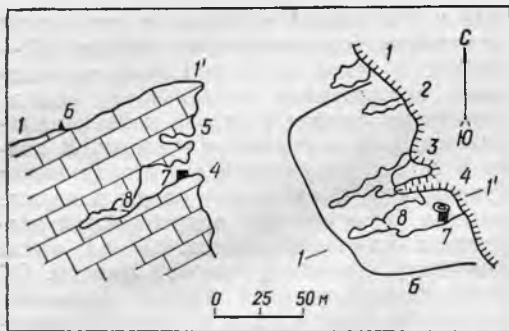


Рис. 63. Карстово-археологический комплекс Басман (план и разрез).

Карстовые пещеры: 1 — Басман-3; 2 — Басман-4; 3 — Басман-6-7; 4 — Басман-5; 5 — Басман-8; 6 — оборонительная стена; 7 — пещерный храм; 8 — древнее озеро

двух панцирей, местами связанных крупными глыбами. Между панцирями уложена забутовка из более мелкого камня. Пространство, окруженное стеной, не имеет культурного слоя, зато в пещерах под обрывом обнаружены следы приспособления их под постоянное жилье: остатки крепид привходовых площадок, сложенных из камня, подтека сводов и стен, гнезда для балок и наклонных стропил навесов, следы деревянных лестниц, соединявших пещеры между собой и выводивших на верх обрыва.

В девяти пещерах и гротах на северо-восточном обрыве Басмана вскрыт культурный слой. Среди керамики преобладают осколки гончарных и лепных горшков, мисок, кувшинов, небольших пифосов. Многие из лепных и некоторые из гончарных сосудов украшены резным орнаментом в виде волнообразных линий. Датируются они VIII—IX вв. Кроме того, в пещерах найдены остатки очагов, угли, обуглившиеся зерна пшеницы и других злаков, обломки зернотерок, маленький жернов от ручной мельницы, а также множество раздробленных костей домашних и диких животных. Следовательно, укрепление использовалось как загон для скота и «прикрытые» пещер сверху. Пещерное поселение существовало только в VIII—X вв. После изменения военно-политической ситуации оно переместилось из сырых пещер на пологие западные склоны массива.

Комплексы ранне-средневековых пещер-убежищ с культурным слоем, который свидетельствует о постоянном обитании в них человека, есть и во многих других местах Горного Крыма. Такие пещеры известны на западных склонах Карабийского массива (над р. Суат), на правом берегу Мал. Салгира, на северных склонах Чатырдага (пещеры и гроты без названий). В пещере Данильча, в левобережном обрыве р. Коккозки, вскрыт культурный слой с костями животных и черепками средневековой керамики времени хазарского нашествия. В ней же найдены остатки небольшой церквушки, выстроенной под сводом привходовой части.

В пещере Сюндюрлю на южных склонах Байдарской долины обнаружены обломки посуды VI—X и XI—XV вв., много целых и дробленых костей животных. На южных обрывах Главной гряды известны жилые пещеры — Йограф, Висячая, Ставрикайская, небольшие пещеры над Шайтан-Мердвенем и Форосом, гроты в скалах бухты Ласпи. В них обнаружена примитивная домашняя утварь XIII—X вв., пифосы и амфоры, в которых хранились скудные запасы зерна.

Развитое средневековье. Представление об особенностях жизни человека в XI—XV вв. дает пещерный комплекс Басман. В конце X в. все мелкие и мало пригодные для жизни пещеры были заброшены. В крупной пещере Басман 5 на развалинах сложной из бута на глине жилой постройки с очагом (VIII—X вв.) был сооружен миниатюрный одноапсидный храм-часовня, который полностью располагался внутри пещеры. Стены храма сложены из местного бута на известковом растворе. Он был перекрыт туфовым сводом (известковый туф в изобилии имеется рядом, в балке Хури). Единственный выход в западной стене и окно в апсиде были перекрыты полукруглыми арками из привозного мшанкового известняка. Северо-западная и юго-восточная стены постройки вплотную прилегали к стене пещеры и огромной натечной колонне. Внутренние размеры храма составляли 3,2×1,6 м, диаметр апсиды 1,3 м. Пол храма был выстлан плитами песчаника, кровля сделана из каменных черепиц. Вокруг храма обнаружены три могилы с неоднократными захоронениями. В них найдено

18 мужских, женских и детских погребений [112]. В конце XIV — начале XV в. в результате сильного землетрясения храм был разрушен. Очевидно, одновременно исчезло и озеро в нижней части пещеры Басман-5. Поэтому храм не был восстановлен, а пещера покинута, что и явилось причиной хорошей сохранности выдающегося археологического памятника.

Единичные находки средневековой посуды известны и в других пещерах Крыма. В некоторых из них (Сюндюрлю, Иограф, Данилча) есть и остатки культовых сооружений. Однако здесь в это время люди постоянно не обитали.

Особо выделяется интересная находка в Красной пещере. В одном из узких боковых ходов нижнего этажа, из которого в паводок поступает мощный (расход до 0,5 м³/с, скорость 1,0 м/с) поток воды, обнаружен тайник. Из него извлечены железные удила и другие детали средневекового уздечного набора, обломки кинжала и боевого цепя, куски почти истлевшей кожи от расшитого узорами седла. Рисунок вышивки восстановлен по множеству мелких отверстий, проколотых в коже иглой. Он близок к орнаментам некоторых украшений конской сбруи XII вв. из раскопок Змеевского могильника в Закавказье. Похожие орнаменты наблюдаются на седлах и пополах всадников, изображенных на одной из средневековых фресок Эски-Кермена.

Позднее средневековье. В XVI—XVIII вв. пещеры Крыма неоднократно служили укрытием местным жителям. Это подтверждают довольно частые находки поздне-средневековой посуды, покрытой глазурью, остатки кострищ и костей животных.

О том, что население Крымского п-ова было хорошо знакомо с карстовыми пещерами и шахтами, свидетельствует топонимия. Несмотря на то, что в разные исторические эпохи на территории Крыма жили киммерийцы и тавры, скифы и греки, сарматы и готы, аланы и гунны, венгры и хазары, карaimы и крымчаки, цыгане и печенег, кипчаки и ногаи, итальянцы (венецианцы и генуэзцы) и татары, турки и армяне, в большинстве случаев названия пещер и шахт сравнительно позднего тюркского происхождения.

Чаще всего пещерам присваивалось

имя, соответствующее названию ближайшего крупного географического объекта (который, разумеется, мог быть не обязательно тюркским). Так возникли названия пещер Бештеке и Талаканская (урочища Бештеке и Талакан), Сюндюрлю, Харчига, Спирадская, Мангупская, Терпи-Коба (горы Сюндюрлю, Харчига, Спирада, Мангуп, Терпине-Бурун), Коккозская (р. Коккозка), Скельская (деревня Скеля), Туакская и Ени-Сала (села Туак и Ени-Сала).

Многие названия отражают какие-либо особенности местности около пещер или свойства самих карстовых полостей. К этой группе относятся названия шахт Курюч-Агач (Ясень-дерево), пещер Ябушкан (Боярышниковая) и Орта-Кош (Средний овечий загон) на Караби, пещер Боря-Тешик, Аю-Тешик и Аю-Коба (Волчья нора, Медвежья нора и Медвежья пещера) на Ай-Петри, Узун-Коба (Длинная) и колодца Чагыр-Хосар (чагыр — деревянный блок для подъема снега) на Чатырдаге. Карстовые полости Бузлу на Ай-Петри, Кучук-Бузлук и Биюк-Бузлук на Караби получили названия от скоплений в них льда (буз — лед). Широко распространены названия Гугерджин, Кегерджин, Когурчи (Голубиная). В топонимах Киик-Коба, Шайтан-Коба, Кара-Коба, вероятно, отразились суеверия, населявшие Дикую, Чертову и Черную пещеры нечистой силой.

Топоним Топсюс-Хосар (Бездонный колодец) был присвоен одной из самых глубоких шахт Крыма — таинственной Бездонной на Чатырдаге, центральной ствол которой имеет сплошной пролет 145 м. Под таким же названием известна и значительно менее глубокая шахта на горе Агармыш (всего 41,5 м).

В пещере Бинбаш-Коба (Пещера тысячи голов) было обнаружено много человеческих черепов, в Суук-Кобе (Холодной) — небольшой источник с холодной (7,2°С) водой.

Топоним Кизил-Коба, очевидно, возник в связи с тем, что известняки, в которых заложена пещера, окрашены окислами железа в красновато-бурый цвет. Средняя часть Красной пещеры, где ощущается сильное движение воздуха, называется Иель (Ветровая), а нижняя — Харанлых (Темная).

Иногда топонимы заставляют исследователей внимательно вглядываться в

археологические и геологические особенности карстовых полостей. До сих пор не разгадано происхождение топонима Монастырь-Чокрак. Около этой вскрытой пещеры не найдены ни развалины монастыря, ни действующий источник.

Значительно реже названия пещер Крыма связывались с именами православных святых и пещерными храмами (пещера Данильча в районе Ай-Петри, Иограф — на Ялтинской Яйле) либо с паломничеством местных жителей к «святым» местам (Аджи-Коба на Караби).

В большинстве случаев пещеры и шахты Украины имеют только одно дошедшее до нас название. Лишь пещера Туакская на южном обрыве Караби известна в литературе также под именем Фул (по-гречески, «гнездо») и Кутуркайская (по названию расположенного вблизи утеса).

XIX—XX вв. озаменовались несколькими экспедициями по изучению пещер Украины. В середине XIX в. помещик Сапега оборудовал над входом в пещеру Вертебу на Подолии павильон и открыл туристский маршрут для приезжающих из Польши, Германии и Франции. В 1896 г. Крымско-Кавказский горный клуб оборудовал деревянными лестницами несколько вскрытых пещер Чатырдага. В 1933 г. была частично благоустроена и открыта для туристов Кривченская Кристалльная пещера на Подолии.

В начале XX в. лед и снег из карстовых полостей Крыма использовались в пищевой промышленности и для водопоя скота.

В годы Великой Отечественной войны пещеры Украины снова послужили людям. История партизанского движения, к сожалению, сохранила мало сведений о пещерах, использовавшихся как укрытия для местных жителей (Озерная, Вертеба, Кристалльная на Подолии, Красная в Крыму), склады продовольствия и боеприпасов (пещеры Басмана), госпитали (Партизанская на Ай-Петри), наблюдательные пункты (Мердвен на Ай-Петри), типографии (Партизанская на Долгоруковском массиве).

К 1977 г. более 70 пещер республики объявлены памятниками природы. Электрифицирована пещера Кристалльная на Подолии, подготовлен проект сооружения туристского комплекса «Красная пещера» в

Крыму, используются как лечебницы соляные копи Солотвина.

Таким образом, изучение пещер весьма обогатило наши знания об истории заселения и использования человеком карстовых областей Украины. К сожалению, в «летописи», составленной по археологическим материалам, имеется ряд досадных пробелов. Часть из них вызвана отсутствием сведений, касающихся тех или иных эпох («стерильные» прослойки), некоторые объясняются недостаточно широким фронтом археологических исследований в афотической части пещер Украины. Можно уверенно утверждать, что здесь нас еще ждут уникальные находки.

Изложенные материалы позволяют ответить на три основных вопроса, возникающих при проведении комплексных карстолого-археологических исследований:

1. Как использовались пещеры человеком?
2. Каково палеогеографическое значение находок?
3. Как интерпретировать последние в палеокарстологическом плане.

Ответ на первый вопрос находим в табл. 7. Г. А. Максимович [170] составил схему использования пещер в различные эпохи. Нами заполнены те графы, которые характеризуют использование пещер Украины. Как видно, оно достаточно разнообразно и непрерывно менялось в разные исторические эпохи. К сожалению, в XIX и XX вв. (особенно с 1960-х гг.) резко усилилось использование пещер как необорудованных объектов туризма и скотомогильников. Это порождает опасность быстрого уничтожения уникального натечного убранства пещер и загрязнения подземных вод.

В 1920—30-е гг. М. В. Муратов и Н. И. Николаев [184] на основании археологических исследований разработали интересную схему корреляции пещерных палеолитических стоянок и уровней террас Горного Крыма. Согласно их представлениям, археологические памятники эпохи раннего палеолита можно встретить на уровне четвертой террасы (миндельской), эпохи среднего палеолита — на уровне третьей (рисской), эпохи позднего палеолита и мезолита — на уровне второй террасы. Эта схема и в настоящее время широко используется в практике археологических исследований [9], хотя существуют серьезные сомнения в ее полном

Таблица 7. Использование карстовых пещер Украины в различные эпохи (по схеме Г. А. Максимовича [170], переработано В. Н. Дублянским)

Использование	Палеолит — неолит	Бронза — железо	Античный период	Средние века	XIX—XX вв.
Убежища	+	+	+	+	+
Жилища	+	+		+	
Места магических обрядов, храмы	+	+	+	+	
Погребения	+	+	+	+	
Загоны для скота			+	+	+
Склады продуктов			+	+	+
Пещерный лед				+	+
Селитра					+
Скотомогильники					+
Лаборатории					+
Туризм					+
Спелеотерапия					+

соответствии фактическим данным. Так, С. Н. Бибилов [18] отметил, что палеолитические стоянки в Крыму встречаются на самых различных высотных отметках, от 5 до 150 м над поймой.

Предложенная схема недостаточно убедительна и с карстологической точки зрения. При ее разработке использовались данные о гротах и навесах в основании склонов речных долин, естественно, в той или иной мере коррелирующих с этапами формирования эрозийных врезов. Карстовые пещеры Горного Крыма, в том числе и наиболее часто используемые человеком пещеры-источники, расположены на самых различных гипсометрических отметках (от 700 до 1275 м) и, как правило, не связаны с уровнями речных террас [76]. Более подробно этот вопрос будет рассмотрен нами далее.

Об интерпретации археологических данных в палеокарстологическом плане приведем лишь несколько примеров. В Археоло-

гическом кольце Красной пещеры между культурными слоями VII—VI вв. до н. э. и III—IV вв. н. э. обнаружена натечная кора. Следовательно, возраст этих натечков составляет не менее 1500 лет, а период формирования — 700 лет. В основании разреза рыхлых сифонных отложений в входовой части первого этажа Красной пещеры на глубине около 1 м обнаружены кострище и керамика, датируемые II—III вв. н. э. Таким образом, 1700 лет назад эта часть пещеры затопливалась периодически. Скорость накопления водномеханических отложений в сифонной ловушке составляет в среднем 0,6 мм в год.

Изучение состава и слоистости отложений, имеющих археологическую датировку, в сочетании с определением различными методами их абсолютного возраста позволяет уточнить палеогидрогеологические условия отдельных участков карстовых полостей. Совместный анализ результатов карстологических, палеозоологических и археологических исследований является единственным реальным путем оценки относительного возраста отдельных карстовых водоносных систем и определения палеогеографических условий их заполнения различными отложениями [12, 112].

ТАФОНОМИЯ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

В карстовых полостях существуют весьма благоприятные условия для накопления, сохранения и фоссилизации костных остатков. В пещерах Украины кости животных впервые обнаружили К. С. Мережковский [178] и Г. О. Оссовский [196]. В дальнейшем изучение костных остатков из культурного слоя пещер стало традиционным для выяснения условий обитания первобытного человека и палеогеографических реконструкций. Датировка костных остатков производилась археологическими методами. Поэтому находки такого материала в «стерильных» отложениях не позволяли определить их возраст и подойти к решению вопроса о времени формирования карстовых полостей.

В 1960—1967 гг. Г. А. Бачинский [14] детально разработал вопрос об особенностях фоссилизации костей позвоночных

животных в различных природных условиях. У ископаемых позвоночных из неогеновых и антропогеновых местонахождений полностью сохраняется структура костной ткани. Неорганический компонент современных и ископаемых костей представлен в основном скрытокристаллической разновидностью карбонат-апатита, близкой к франколиту. Чем больше геологический возраст кости, тем лучше этот минерал раскристаллизован. Органический компонент (коллаген) сохраняется в ископаемых костях антропогенового и частично позднеченового возраста. Его содержание в костях уменьшается с увеличением геологического возраста последних. В костях среднеплиоценовых животных коллаген практически отсутствует. Полости в костной ткани (гаверсовы каналы, лакуны остеоцитов) заполняются кальцитом, гидроксидами железа или марганца, гипсом. В пещерных отложениях преобладают карбонатизированные кости. Возраст нормально фоссильзованных костей достаточно надежно определяется коллагеновым методом, методами определения потери веса при прокаливании и наибольшего показателя преломления костной ткани.

В 1958—1970 гг. в 33 из 600 обследованных карстовых полостей республики обнаружены местонахождения позвоночных различного возраста. Их изучением занимались Г. А. Бачинский [13—16 и др.], И. А. Одинцов [193, 194], К. А. Татарinov [240, 241, 243, 244], И. Я. Яцко [284]. В определении костных остатков разных групп позвоночных кроме упомянутых исследователей принимали участие И. В. Марисова, И. Г. Пидопличко, П. Д. Подгородецкий, А. Л. Путь и А. С. Уманская [27, 246].

Костный материал попадает в карстовые полости различными путями. Кроме того, в разных по происхождению карстовых полостях он может концентрироваться и захороняться неодинаково. Облегчить и целенаправленно поиски местонахождений ископаемых позвоночных в пещерах и шахтах, а также объяснить особенности уже обнаруженных местонахождений может только их тафономическая классификация. В ее основе лежат описанные выше представления о генезисе карстовых полостей Украины [76, 80] и палеозоологичес-

кие исследования в различных карстовых районах [11, 12].

Пещерный тафономический тип местонахождений ископаемых позвоночных можно разделить на ряд тафономических подтипов (табл. 8).

Тафономический подтип колодцев и шахт. Скопления костей образовались на днищах нивально-коррозионных полостей глубиной 10—60 м вследствие попадания в них животных как в ловушки. Кости захоронялись мелкообломочным материалом и суглинком, поступавшими с поверхности и со стен полости, реже сохранялись длительное время под офирнованным снегом и льдом. В шахтах Нежданной (25 м) и Безымянной (20 м) обнаружено 70 костей, принадлежащих 13 особям козы или овцы (*Capra vel Ovis*), лисицы (*Vulpes vulpes*), зайца-русака (*Lepus europeus*). Условия для фоссилизации костного материала здесь малоблагоприятные. Возраст местонахождения из шахты Нежданной голоценовый, а из Безымянной — позднеченовый*.

Среди коррозионно-эрозионных карстовых полостей выделяются три тафономических подтипа.

Тафономический подтип пещер-поноров и шахт-поноров. На первом этапе существования карстовых полостей-поноров, когда в них инфлюировали поверхностные водотоки, в их ближней части захоронения костей не образовывались. Костный материал захоронялся в пещерном аллювии в местах перепада скоростей подземных потоков, в нижних частях последних. После миграции или пересыхания подземных водотоков в привходовой части полостей формировались захоронения первого либо четвертого подтипа, связанные с обитанием хищников или человека. К этому подтипу принадлежит местонахождение в пещере Эмине-Баир-Хосар на Чатырдагском массиве. Оно образовалось в позднем плейстоцене на месте длительного обитания крупных хищников близ входа в пещеру, в настоящее время закрытого обвалом и известковыми натекками. Под на-

* Геологический возраст большинства перечисленных местонахождений определен с помощью пикнометрического метода или метода прокаливании [14].

Таблица 8. Тафономическая классификация местонахождений ископаемых позвоночных в карстовых полостях Украины

Возраст		Тафономические типы местонахождений				
		Колодцы и шахты	Пещеры-поноры, шахты-поноры	Вскрытые пещеры	Пещеры-источники	Скальные навесы
Голоцен		Нежданная	Аверкиева	Ени-Сала-I Ени-Сала-II Аю-Тешик Геофизическая Мира Большой Буз-лук Кастере Крубера	Скельская Красная Иограф-III Мисхорская Ставрикайская Малой Академии	—
Плейстоцен	Поздний	Безымянная	Эмине-Баир-Хосар	Монастырь-Чокрак Ени-Сала-II	Красная Аджи Жемчужная (К) Кристалльная (П)	Алимов Малая Иловица (П) Девичьи Скалы (П)
	Средний	—	—	Медвежья	—	Страдч (П) Девичьи Скалы (П)
	Ранний	—	Аверкиева	Эгиз-Тинах-III Кристалльная	Красная Тарханкутские	Синяково-I (П)
Плиоцен	Поздний	—	Аверкиева	Эгиз-Тинах-III	Тарханкутские	Выгнанка (П)
	Средний	—	—	Заповедная (О)	—	—

Примечание. Буквенные индексы в скобках: К — Карпаты. О — Одесская обл. П — Подолия; без буквенного индекса — Крым

течной корой на дне небольшого зала обнаружено 180 костей, принадлежащих 24 особям медведя пещерного (*Spelaeartcos spelaeus* Ros), волка (*Canis lupus* L.), корсака (*Vulpes corsac* L.), льва пещерного (*Felis spelaea* Goldf.), рыси (*Felis (Lynx) lynx*), лошади (*Equus caballus* L.), оленя обыкновенного (*Cervus elaphus* L.), зайца (*Lepus* sp.).

Местонахождения в шахте-поноре Аверкиева на Долгоруковском массиве принадлежат к трем возрастным категориям. Ме-

стонахождения позднеплиоценового и раннеплейстоценового возраста представлены костеносной брекчией, состоящей из обломков позвонков и ребер крупного копытного и костей утки-шилохвостки (*Anas acuta*), сцементированных глинисто-карбонатным материалом. Водно-механические отложения, почти полностью заполнявшие шахту, впоследствии были размыты. В нее поступили кости козы или овцы и собаки домашней (три особи), датированные голоценом.

Тафономический подтип вскрытых пещер. Вскрытые пещеры представляют собой центральные субгоризонтальные участки карстовых водоносных систем, отчлененные от их верхних (пещер-поноров) и нижних (пещер-источников) участков различными карстово-аккумулятивными отложениями. С поверхностью они сообщаются узкими щелями либо крупными шахтами нивально-коррозионного или провального происхождения. В таких полостях местонахождения позвоночных формировались различными путями. Чаще всего (542 находки, принадлежащие 62 особям) встречаются кости птиц, гнездящихся в нишах на стенах входных шахт или в куполах первого от основания шахты зала (вскрытые пещеры Кастере, Мира, Большой Бузлук, Геофизическая). Здесь обнаружены голубь сизый (*Columba livia* Gm.), галка (*Coleus monedula* L.), вальдшнеп (*Scolopax rusticola* L.), зимняк (*Buteo lagopus* L.), коростель (*Crex crex* L.), дрозд каменный (*Monticola saxatilis*), воробьиные (*Passeres* gen. et sp.). Второе место занимают местонахождения-ловушки (360 находок, 38 особей). Здесь преобладают кости мелких хищников (возможно, свалившихся во входные шахты при охоте на птиц): лисицы, корсака, когти лесного (*Felis silvestris*), куницы каменной (*Martes foina*), хорька (*Mustela* sp.). В меньшем количестве находятся кости различных копытных: оленя благородного (*Cervus elaphus* L.), козы (*Capra hircus* L.), козули (*Capreolus capreolus*), сайгака (*Saiga tatarica*), быка домашнего (*Bos taurus*), лошади домашней. Третье место занимают кости крупных хищников: пещерного льва (*Felis spelaea* Goldf.), собаки (*Canis familiaris*).

Особняком стоит находка костей 11 особей крупного бурого медведя (*Ursus arctos* L.) во вскрытой пещере Медвежьей на Басмане (северный склон Ялтинского массива). Г. А. Бачинский [15] предполагает, что это обычная ловушка. Более вероятно культовое происхождение местонахождения. «Медвежьи пещеры», содержащие огромное количество черепов и костей пещерного медведя, хорошо изучены на Кавказе и в Западной Европе [311]. На массиве Басман известны поселения человека VIII—X вв. н. э. [112]. Вполне возможно нахождение в этом районе более

древних неолитических и палеолитических стоянок.

В неглубоких вскрытых пещерах, обычно расположенных на склонах горных массивов, часто встречаются местонахождения, связанные с деятельностью древнего человека. В пещерах Ени-Сала-I и II на Долгоруковском массиве шурфами в разных участках залов вскрыты культурные горизонты энеолита; кизил-кобинского времени, поздней бронзы и раннего железа. Довольно значительные местонахождения (342 находки, 62 особи) содержат преимущественно кости домашних животных (коза или овца, бык домашний, свинья, лошадь). Реже встречаются кости диких животных: лисицы, зайца-русака, ежа обыкновенного (*Erinaceus europaeus*), коростеля (*Crex crex*), пустельги (*Falco tinnunculus*). Наконец, в дальних частях вскрытых пещер иногда встречаются обломки костей и костеносная брекчия. Это результат вымыва костного материала с поверхности и его неоднократного переотложения. Такие местонахождения обнаружены в Крыму во вскрытой пещере Эгиз-Тинах-III (костеносная брекчия, крупное копытное) и на юге Украины в Заповедной пещере [13, 193, 194, 284].

Одесское местонахождение обнаружено в 1927 г. Т. Г. Грицаем и исследуется уже около 50 лет. Оно сформировалось вследствие падения в карстовые колоды в понтических известняках преимущественно верблюдов (*Paracamelus alexejevi* Haves), более 6200 костей принадлежащих не менее чем 384 особям, а также страусов (*Struthio* sp.), мастодонтов (*Mastodon arvernensis*), медведей (*Ursus arvernensis* Croiz. et Job), саблезубых тигров (*Machaerodus crenatidens* Fab.). Часть костного материала, вероятно, попадала в карстовые полости с поверхности во время ливней. Со склонов балок в горизонтальную часть пещер проникали и, судя по обилию копролитов, длительное время обитали мелкие хищники: корсакоподобные (*Vulpes praecorsac* Kormos) и крупные лисицы (*Vulpes odessana* Odintzov) (всего около 7800 костей, принадлежащих не менее чем 200 особям), а также гиены (*Hyena silvensis* Bose, до 35 особей). Возраст местонахождения определяется различными исследователями как средне- [13] или позднелищенский

[194, 284]. Необходимо дальнейшее изучение одесских пещер с привлечением специалистов-карстологов.

Тафономический подтип пещер-источников. В пещерах-источниках местонахождения позвоночных также формировались различными путями. В древних труднодоступных полостях, расположенных на отвесных обрывах (Иограф-III, Мисхорская, Ставрикайская) встречаются в основном кости птиц (41 находка, 14 особей). Обнаружение костей домашних и крупных копытных животных в пещере Ставрикайской (свинья домашняя, сайгак, три особи) может быть доказательством того, что в них когда-то уже обитал человек.

Очень интересное местонахождение-ловушка сформировалось в пещере Малой Академии на крутом северо-западном склоне массива Демерджи. Пещера начинается 30-метровой слабо наклонной галереей, 30-метровый колодец в ее дальней части открывается в удлиненный 65-метровый зал. В северо-восточной части этого зала найдены почти полный скелет бурого медведя (*Ursus arctos* L.), череп и разрозненные кости второй особи медведя, в юго-западной части в отложениях бурой глины — кости третьей особи (172 находки).

К этому же подтипу относится хорошо известное археологам местонахождение в пещере Аджи-Коба на Карабийском массиве. По данным В. И. Громова, из ее ориньякского и мустьерского слоев описаны кости быка, сайги, горного козла, муфлона, благородного и северного оленя, осла, носорога, пещерного медведя, пещерного льва, рыси, дикой кошки и тюленя. Исследованиями М. А. Воинственского [27] установлены кости 29 видов птиц. Наиболее интересны находки двух видов белых куропадок (*Lagopus lagopus* L., *L. mutus* Mont.), обитающих в настоящее время в более высоких широтах или в альпийской зоне Евразии.

В пещерах-источниках, через которые в настоящее время протекают подземные водотоки, костные остатки позвоночных обычно находятся в глинисто-галечниковом аллювии. Иногда они слабо окатаны. Их ориентация фиксирует направления движения воды на этом участке пещеры. В Скельской пещере на Айпетринском массиве обнаружено более 60 костей, при-

надлежащих 20 особям животных: быку, лошади, свинье, собаке, оленю обыкновенному, сайгаку, лисице, коту лесному, каменной кунице, зайцу-русаку и большому подковоносу (*Rhinolophus ferrumequinum*).

В шестизатжной Красной пещере на Долгоруковском массиве костный материал обнаружен на разных этажах. Наиболее древнее раннеплейстоценовое местонахождение обнаружено на пятом этаже. В желто-буром суглинке с остроугольными обломками известняка и мелкой хорошо окатанной кварцевой галькой обнаружено 156 костей (13 особей). 150 костей принадлежат восьми взрослым и молодым особям пещерного медведя, остальные — волку, зайцу, хомяку обыкновенному (*Cricetus cricetus*), клушице (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*) и альпийской галке (*Pyrrhocorax graculus*). Под натечной корой на пятом этаже встречены также кости животных голоценового возраста — зайца-русака и собаки. На втором этаже, в русловых отложениях подземного водотока, обнаружены окатанные кости сайгака. В шурфах в привходовой части пещеры в культурных слоях VII—VI вв. до н. э. и III в. н. э. собраны костные остатки быка домашнего, свиньи домашней, козы или овцы, барсука, кошки, зайца-русака (15 находок, 7 особей).

К этому же тафономическому подтипу относится Тарханкутское местонахождение близ с. Черноморского. В красно-бурой глине, заполняющей выходные отверстия небольших пещер в верхнесарматских известняках, найдены кости лошади Стенона (*Equus stenonis* Soc.), слона (*Elephas meridionalis*), бизона (*Bison* sp.), носорога (*Rhinoceros etruscus* Falc.), волка, барсука (*Meles meles* L.), каменной куницы, слепушени (*Ellobius talpinus* Pall.) и большое количество костей птиц (160 находок, принадлежащих 52 особям 38 видов).

В Советских Карнатах пока известно лишь одно местонахождение ископаемых позвоночных в пещере Жемчужной [246]. Скопление костей обнаружено в желто-бурой глине, заполняющей дно и ниши левой части галереи. В захоронении преобладают кости пещерного медведя (1031 находка, 18 особей), который обитал в верхних частях пещеры. Кроме того, здесь

обнаружено довольно много (60 находок, 26 особей) костей бизона первобытного (*Bison priscus*), оленя северного (*Rangifer tarandus* L.), зайца, суслика (*Citellus* sp.), сони-полчка (*Glis glis* L.), хомяка обыкновенного (*Cricetus cricetus* L.), полевки лесной (*Clethrionomys glareolus* Schreber), слепыша (*Spalax* sp.), барсука, куницы (*Martes* sp.), лисицы, кота лесного, ночницы большой (*Myotis myotis* Borkhausen) и синицы большой (*Parus major* L.).

Среди местонахождений позвоночных в пещерах-источниках выделяется Нижнекривченское в Кристальной пещере [16, 246]. Местонахождение образовано из погадок дневных хищных птиц, вероятно пустельг. Впоследствии погадки были вымыты дождевыми и тальными водами по трещинам в глубину пещеры и захоронены в приповерхностном слое гипсовой крошки и суглинки. К скоплениям костей из погадок примешивались остатки летучих мышей, мелких грызунов, обитавших в пещере, и их добычи.

Из Кристальной пещеры известно 4997 находок, принадлежащих 1676 особям. Количественно преобладают сеноставец малый (*Ochotona pusilla* Pall., 1225 особей), сеноставец (*Ochotona* sp., 100), полевка водная (*Arvicola terrestris* L., 66), полевка узкочерепная (*Microtus gregalis*, 47), ночница (*Myotis* sp., 30), полевка-экономка (*Microtus oeconomus* Pall., 17), лемминг копытный (*Dicrostonyx torquatus* Pall., 14), куропатка белая (14), горностай (*Mustela erminea* L., 11 особей). Остальные животные и птицы представлены одной — восьмью особями. Среди них находятся: крот обыкновенный (*Talpa cf. europaea* L.), бурузубка (*Sorex* sp.), белозубка (*Crociodura* sp.), ночница длинноухая (*Myotis cf. bechsteini* Kuhl.), ночница большая (*M. cf. myotis* Borkhausen), ночница реснитчатая (*M. cf. nattereri* Kuhl.), ушан (*Plecotus auritus* L.), заяц-беляк, сурок (*Marmota cf. bobak* Müller), соня-полчек, соня лесная (*Dipodomys* sp.), мышь (*Apodemus* sp.), хомяк обыкновенный (*Cricetus cf. cricetus* sp.), пеструшка степная (*Lagurus lagurus* Pall.), полевка обыкновенная (*Microtus cf. arvalis* Pall.), полевка лесная (*Clethrionomys glareolus* Schreber.), слепыш подольский (*Spalax cf. podolicus* Рен-

пат), ласка обыкновенная (*Mustela cf. nivalis* L.), ласка крошка (*M. nivalis minima*), барсук, песец (*Alopex lagopus* L.), кот (*Felis* sp.), олень северный, лошадь ископаемая, курица дикая (*Gallus gallus* L.), тетерев (*Lyrurus cf. tetrix* L.), перепелка (*Coturnix coturnix* L.), голубь сизый, тулес (*Squatarola squatarola* L.), ржанка (*Charadrius* sp.), чибис (*Vannellus vanellus* L.), турухтан (*Phylomachus pugnax* L.), вальдшнеп, чайка сизая (*Larus canus* L.), кракva (*Anas platyrhynchos* L.), свиязь (*A. penelope* L.), чирок-трескун (*A. cf. querquedula* L.), широконоска (*A. clypeata* L.), гоголь (*Bucephala clangula* L.), утиные (*Anseres* gen. et sp.), дербник (*Falco columbarius* L.), пустельга (*Falco tinnunculus* L.), хищные птицы (*Accipitres* gen. et sp.), сова болотная (*Asio flammeus* Pontoppidan), сплюшка (*Otus scops* L.), ворон (*Corvus corax* L.), галка (*Corvus monedula* L.), сорока (*Pica pica* L.), сойка (*Garrulus glandarius* L.), ореховка (*Nucifraga caryocatactes* L.), коноплянка (*Acanthis cannabina* L.), пуночка (*Plectrophenax nivalis* L.), дрозд белобровый (*Turdus musicus* L.), дрозд черный (*T. merula* L.), ласточка городская (*Delichon urbica*), черепаха болотная (*Emys orbicularis* L.), жаба обыкновенная (*Bufo bufo* L.), жаба зеленая (*B. viridis* Laurenti), квакша (*Hyla arborea* L.), лягушка озерная (*Rana ridibunda* Pall.), лягушка травяная (*Rana temporaria* L.), судак (*Lucioperca* sp.).

Таким образом, Нижнекривченское местонахождение выделяется по видовому богатству (33 вида наземных позвоночных, 32 — птиц, 7 — прочих). Большое количество холодолюбивых видов животных свидетельствует о том, что местонахождение образовалось во время похолодания в позднем плейстоцене.

Тафономический подтип скальных навесов. Скальные навесы различного происхождения (эоловые, эрозийные) широко распространены на территории Украины. Наиболее изучены археологами и палеозоологами Алимов навес в долине р. Альмы (542 находки, принадлежащие 154 особям быка, овцы, свиньи, косули, оленя, сайги, зайца, волка, лисицы, судак, лосося и 85 видам птиц [27]), грот Киик-Коба в долине р. Зуи (более 10 тысяч находок, принадлежащих 700 особям

50 видов животных, в том числе слону, сибирскому носорогу, клушице, альпийской галке и др.), грот Староселье на р. Чуруксу (более 60 тысяч находок, принадлежащих 379 особям 18 видов животных, в том числе мамонту, носорогу шерстистому, гигантскому, благородному и северному оленям, 287 особям дикого осла). Широко известны также захоронения ископаемых позвоночных, связанные с палеолитическими стоянками Сюрень, Староселье, Волчий Грот, Чокурча, Шайтан-Коба в Крыму, Ильинка в Одесской обл. и др. [15].

В 1956—1975 гг. изучено несколько интересных скальных навесов на Подоллии (табл. 8) [15, 246]. Одно из наиболее хорошо изученных местонахождений — Синяково-1. Вскрыто оно в песчаном карьере у с. Синяково Чертковского р-на Тернопольской обл. Скопление костей крупных животных и копролитов приурочено к заполнителю древнего грота, выработанного в кварцевых среднезернистых песках под карнизом известковых песчаников. Местонахождение сформировалось там, где обитали хищные звери и птицы. Здесь обнаружено свыше 300 костей, принадлежащих 105 особям. В их числе находятся лев пещерный, гиена пещерная (*Crocuta* cf. *spelaea* Goldfuss), медведь пещерный, олень гигантский, носорог Мерка (*Dicerorhinus* aff. *merki* Jaeger) и др.

В скальных навесах и привходовых частях небольших пещер-источников Кременецких гор собрано свыше 23 тысяч костных остатков, принадлежащих медведю пещерному, гиене пещерной, носорогу шерстистому (*Rhinoceros antiquitatis*), оленю гигантскому (*Megaceros giganteus*), оленю северному, зубру первобытному, песцу, ласке и многочисленным грызунам, насекомоядным, рукокрылым [240].

Всего из 33 пещерных местонахождений Украины описано свыше 190 форм наземных позвоночных и более 120 видов птиц. Изучение пещерной фауны представляет большой биологический, археологический и карстологический интерес. Совместное изучение разновозрастных ориктоценозов из разных подтипов местонахождений позволяет достаточно полно реконструировать фауну позвоночных карстовых районов для позднего плиоцена — антропогена, изучить последовательность смен фауны во времени, восстановить палеогеографиче-

ские и палеозоологические условия различных районов республики [15, 244].

Изучение тафономических подтипов местонахождений, формировавшихся при участии древнего человека, дает богатый материал для восстановления деталей его хозяйственной деятельности (загонная и облавная охота, засады у водопоя, непосредственное нападение, одомашнивание животных, скотоводство, земледелие, рыболовство) и духовной жизни (родовые пещеры-святилища) [11, 15, 244].

Особенно велико значение палеозоологических исследований для практической карстологии. Применение различных методов определения возраста костных остатков — это зачастую единственный путь корреляции немых толщ заполнителя. Положение местонахождений в различных частях пещер и шахт — свидетельство условий их заполнения. Ориентировка длинных трубчатых костей — индикатор направления подземных потоков. Характер местонахождения — ключ к пониманию особенностей использования карстовых полостей человеком. Наконец, палеозоологические материалы позволяют оценить природные и климатические условия, существовавшие в период заполнения одних и образования других этажей карстовых пещер, и определить их вероятный возраст [11, 80].

По всем этим перспективным направлениям исследований сделаны только первые шаги. В большинстве карстовых полостей Украины местонахождения позвоночных были обнаружены в ходе маршрутных исследований и проходки выборочных шурфов. Необходима постановка систематических раскопок и исследований уже обнаруженных местонахождений ископаемых позвоночных, а также организация их охраны.

ФАУНА КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

Изучение фауны пещер и подземных вод в начале XX в. оформилось в особую биологическую дисциплину — биоспелеологию. Фаунистические исследования пещер открыли, по существу, новую область жизни, весьма своеобразную по условиям

существования, занимающую значительную часть обитаемой оболочки Земли.

На Украине изучение пещерной фауны находится на первом этапе. Различные группы фауны в разное время (1904—1975 гг.) исследовали В. И. Абеленцев, Я. А. Бирштейн, Е. В. Боруцкий, Н. И. Бурчак-Абрамович, А. Винклер, Ф. Н. Вшивков, Б. С. Грезе, Н. Т. Залеская, Ж. Карл, Н. Д. Лебедев, Я. Лебединский, С. И. Левушкин, А. В. Мартынов, В. И. Монченко, М. Новиков, В. Г. Плигинский, В. Редикорцев, Д. Е. Харитонов, А. И. Шугуров и др. Сводные работы по спелеофауне Приднестровья, Горного Крыма и в целом по Украине, положенные в основу настоящего раздела, подготовлены Я. А. Бирштейном и С. И. Левушкиным [21, 22, 151].

Сведения о современных обитателях карстовых полостей Украины немногочисленны. Упоминания о находках в привходовых частях некоторых пещер Крыма лисиц, барсуков, лесных мышей, а в пещерах Подолии лисиц, желтогрудых мышей и лесных полевок находим в работах Ф. Н. Вшивкова [28] и К. А. Татарина [244]. В пещерах Крыма обитают или зимуют 18 видов рукокрылых, в западных областях Украины — семь.

Несколько больше сведений о фауне беспозвоночных. Из пещер и подземных вод западных областей Украины известно 20 видов животных. Девять троглобионтов (45%) распределяются по трем генетическим группам. К формам средиземноморского центра формирования принадлежат *Paladilhiopsis carpathica*, *Elaphoidella elaphoides*, восемь подвидов *Niphargus*, из которых семь эндемичны; к древним широко распространенным подземным формам относятся *Synurella philareti*, *S. ambulans* и *Bathynella natans*; к подземным экологическим формам широко распространенных поверхностных видов — *Paracyclops fimbriatus chiltoni*.

Фауна подземных вод западных областей Украины слабо обособлена от фауны Центральной и Юго-Восточной Европы. Некоторые средиземноморские и широко распространенные древние формы идентичны европейским. Род *Niphargus* представлен балканскими видами (*N. stygius*, *N. puteanus*), но подвиды их в основном эндемичны. Для водной фауны характер-

ны обедненность и отсутствие автохтонов. Сухопутная фауна пещер Подолии бедна и малоспецифична, троглобионты пока не обнаружены.

Из пещер и подземных вод Крыма известно 72 вида животных. В пещерах обнаружены простейшие, турбеллярии, нематоды, олигохеты, моллюски, веслоногие ракообразные, бокоплавы, мокрицы, ложные скорпионы, сенокосцы, пауки, клещи, многоножки, ногохвостки, ручейники, бабочки, жуки, черви, млекопитающие. Из них 25 (34%) являются троглобионтами, распределяющимися по трем генетическим группам. К формам средиземноморского центра формирования относятся эндемичные подвиды (*Niphargus tatrensis tauricus*), виды (*Speocyclops tauricus*, *N. dimorphus*, *N. vadimi*, *Pseudoblothrus*) и роды (*Pseudodaphneops*, *Paladilhiopsis* sp.); к автохтонам крымской спелеофауны — эндемичное подсемейство *Speodiaptominae*, эндемичные роды мокриц *Typhloligidium*, *Tauroligidium*, *Tauronethes*, троглобионтные представители родов *Bryoscampus*, *Moraria*, *Lithobius*. Древние широко распространенные формы представлены единственным видом *Synurella ambulans*.

Крымская и кавказская спелеофауны связаны между собой менее тесно, чем каждая из них порознь с балканской. Спелеофауна Крыма формировалась и испытывала балканское влияние независимо от кавказской. Непосредственные территориальные связи между этими регионами, о которых свидетельствует распространение *Trechini* и *Buresiolla*, прекратились уже к нижнему миоцену. Это позволяет предположить, что с начала неогена Горный Крым представлял собой остров, иногда соединявшийся мостом с Добруджей. Островной изоляцией Крыма в значительной мере объясняется обедненность и высокий эндемизм его фауны, а разновременными связями с Балканами — разная степень обособленности крымских форм от балканских.

В Горном Крыму по распространению эндемичных родов пещерных мокриц и жуков четко выделяются западный и восточный биоспелеологические районы. Внутри восточного района намечаются отличающиеся по фауне Чатырдагский, Демерджи-Долгоруковский и Карабийский участки.

Бактериальная микрофлора из карстовых пещер Украины почти не изучена. Лишь И. М. Гуневский [61] приводит некоторые данные по пещерам Подолии. В глубине Кристальной пещеры отмечено повышенное почти в шесть раз по отношению к привходовой части содержание зеленого стрептококка. В пещере Вертебе обнаружены белый стафилококк, лимоннокислый стафилококк, грампорошковые палочки, стрептобациллы в количестве до 600 бактерий на 1 м³ воздуха.

С изучением спелеофауны связаны сложные проблемы биологической науки. Так, возможность полной трофической обособленности отдельных биоценозов от остальной биосферы следует отнести к наиболее общим биоценологическим проблемам. Важной задачей является построение вертикальной зональности распределения жизни в океане (сравнение пещерной и глубоководной фауны). Реликтовый характер значительной части спелеофауны определяет интерес к ней систематиков, морфологов и зоогеографов. Пещерная фауна дает богатый материал для филогенетических и палеогеографических построений. Некоторые проблемы экспериментальной экологии и физиологии с успехом разрабатываются на пещерных животных. Они оказались превосходными объектами при исследованиях процессов редукции органов, депигментации, суточной и сезонной ритмики, весьма своеобразны у них метаболизм и развитие [151].

К сожалению, на Украине до сих пор нет биоспелеологических стационаров, где достаточно детально изучались бы весьма важные для развития некоторых разделов биологической науки проблемы. Остается совершенно неизученной грибная, водорослевая флора и бактериальная микрофлора пещер. Между тем есть все основания предполагать, что они не только существуют в различных по освещенности частях пещер, но и оказывают влияние на их развитие [311]. Биоспелеология может оказать существенную помощь при разработке геологических и гидрогеологических проблем. Основные направления исследований — уточнение границ карстовых районов, определение существования или отсутствия связей между отдельными пещерами и источниками на основании анализа географического распространения трогло-

бионтов (метод биологических индикаторов) [21]; определение вероятного возраста пещер и палеоклиматических условий их формирования (изучение эндемичных видов и родов). Мы уже приводили примеры использования биоспелеологических материалов при комплексном изучении условий формирования карстовых полостей Украины.

КАРСТОВЫЕ ПОЛОСТИ И СПЕЛЕОТЕРАПИЯ

Спелеотерапия — один из древнейших методов лечения — широко распространена во многих странах мира [172]. В СССР первая больница, в которой проводится спелеоклиматическое лечение, создана в 1968 г. в пгт Солотвине Закарпатской обл. [52]. Лечение больных бронхиальной астмой осуществляется в соляной шахте № 8 на глубине 206 м. Палаты на три — пять коек представляют собой ниши в каменной соли. Общий объем лечебницы 3900 м³. Воздухообмен поддерживается приточно-вытяжной вентиляцией шахты мощностью 2410 м³/с. Микроклимат лечебницы характеризуется такими данными: температура воздуха +16,0—18,6°С; атмосферное давление 100,5—101,2 кПа; относительная влажность 34—46%; движение воздуха 0—0,5 м/с; запыленность 0,2—3,6 мг/м³; количество положительных ионов в 1 см³ воздуха — 166—300, отрицательных — 235—320; радиоактивность (3—5) · 10⁻¹³ А/кг; шум — 25—35 дБ; количество бактерий в 1 л воздуха до 2; кислород составляет 20,6%, углекислый газ — 0,03—0,05%. Аммиак, окислы азота, водород, озон, метан, окись углерода, сернистый ангидрид, сероводород и летучие фенолы отсутствуют. Уменьшению аллергического напряжения у больных бронхиальной астмой способствует влияние аэрозолей, ионного и газового состава воздуха, постоянство давления, повышенное содержание углекислого газа, а также влияние магнитного поля. Улучшение состояния наблюдалось у 92,4% больных с легким и 76,5% больных со средним течением болезни [60, 164].

Возможности использования естественных карстовых пещер Украины в лечебных

целях изучены недостаточно. Установлено, что в Кристальной пещере на Подолии микроклимат характеризуется следующими показателями: температура воздуха $+10,5—10,8^{\circ}\text{C}$; относительная влажность 93—98%; движение воздуха 0,15—0,18 м/с; кислород составляет 22,3%, углекислый газ — 0,045%; фон радиоактивности в два-три раза выше, чем на поверхности; патогенная флора отсутствует. Экспериментами на кроликах установлено, что послеоперационные раны заживают через 7—8 дней. Восстановительные процессы проходят значительно лучше, чем у животных, находившихся вне пещеры [3].

В Кристальной пещере было изучено влияние микроклимата на организм человека при проведении исследовательской работы с незначительной (фотосъемка, микроклиматические наблюдения) и большой (прохождение новых ходов) физической нагрузкой. Все участники эксперимента (31 человек) на пятые-шестые сутки

отмечали ухудшение настроения, появление апатии, сонливости. В течение первых суток процессы возбуждения и торможения в коре головного мозга находились в равновесии, через двое суток начал преобладать процесс торможения, а через шесть суток он полностью доминировал над процессом возбуждения. При проведении теста на внимание участники съемочных групп в начале рабочего дня допускали 2,2 ошибки, а в конце — 5,1 ошибки. Получены также интересные данные по некоторым показателям (артериальное давление, индекс Керде, основной обмен, рефлексосциллярный индекс и др.), позволяющим контролировать самочувствие спелеологов в разных условиях [4]. В 1978—1979 гг. медико-биологические эксперименты по длительному (до одного месяца) пребыванию группы исследователей под землей проведены в пещерах Горного Крыма. Работы в этом направлении следует развивать и в дальнейшем.

КАРСТОВЫЕ ПЕЩЕРЫ УКРАИНЫ И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОЛОГИИ

Детальные исследования карстовых пещер и шахт Украины существенно изменили представления о масштабах развития карбонатного и сульфатного карста на территории европейской части СССР. На основании анализа геологических, гидрогеологических и физико-географических особенностей различных карстовых областей республики предложена морфогенетическая классификация подземных карстовых форм. Она не только удовлетворительно объясняет особенности морфологии пещер и шахт, но и дает ключ к пониманию специфики их микроклимата, распределения различных отложений, обводненности. Исследования пещер Украины явились существенным вкладом в теорию спелеогенеза и ее практическое приложение — гидрогеологию карстовых областей.

Изучение подземных карстовых форм обогащает не только общее и региональное карстоведение. Комплексные карстолого-гидрогеологические исследования позволяют по-новому решать ряд проблемных вопросов геологии карстовых областей. Объем и региональная направленность настоящей работы не позволили авторам детально остановиться на всех проявлениях «обратной связи» между спелеологическими и геологическими исследованиями. Рассмотрим лишь некоторые основные направления, в которых использование данных спелеологических исследований особенно плодотворно. Можно выделить три направления: геологическое, гидрогеологическое и геоморфологическое.

Геологическое направление. Спелеологические исследования позволяют без дорогостоящих бурения и горных работ получить непосредственную информацию о геологическом строении горных массивов на глубину до 500 м и на расстоянии до 3 км от бортов горных массивов, отобрать крупные (10 кг и более) ориентированные монолиты для всех видов геологических, инженерно-геологических и параметрических геофизических исследований; изучить инженерно-геологические характеристики (гранулометрический состав, плотность, пористость, влажность, пластичность, консолидацию, размокание, набухание и др.) заполнителя карстовых полостей и трещин в стенах в целях определения его суффозионной устойчивости при изменениях гидродинамического давления; на основании

изучения минерального состава водно-механических отложений оценить акцессорную минерализацию вмещающих пород.

Изучение морфологии ходов пещер и их заполнителя иногда позволяет установить континентальные перерывы, не фиксируемые геологическими исследованиями на поверхности. Спорным вопросом палеогеографии Приднестровского карстового района является наличие перерыва между верхнетуртонскими гипсами и перекрывающими их ратинскими известняками [140]. В пещерах Юбилейной, Оптимистической, Атлантиде установлено, что хемогенные известняки залегают на размытой поверхности гипсов, покрытой каррами, кавернами выщелачивания и даже неглубокими (до 5 м) карстовыми колодцами [156, 158, 225 и др.]. Очевидно, отдельные лагуны солеродного бассейна пересыхали и в них возникали условия, благоприятные для развития поверхностных карстовых форм. Образованию ратинских известняков предшествовало заполнение этих карстовых форм глинисто-карбонатным материалом [87, 158].

В Горном Крыму предметом острой дискуссии является наличие и происхождение нижнемеловой поверхности выравнивания. На плато Чатырдагского и Долгоруковского массивов датированные фаунистически морские нижнемеловые или более молодые отложения до сих пор не известны [38]. В 1970 г. в одной из небольших пещер Долгоруковского массива (длина около 20, глубина до 15 м) в глинисто-карбонатном заполнителе обнаружена микрофауна, характерная для берриас-валанжина (*Melathrokerion spiritalis* Gorbachik, *Stomatostoecha* sp., *Discorbis crimicus* Schöhl, *Trocholina clongata* Leopold, *T. burlini* Gorbachik, *Patellina turriculata* Dieni et Massar., *Lenticulina macra* Gorbachik, *L. guttata guttata* Barf et Br., *Vaginulina* sp., *Pseudoglandulina* sp.) *.

Остается неясным, залегают ли эти отложения *in situ* или замыты в пещеру позднее. Однако не вызывает сомнений, что плато Долгоруковского массива на данном участке перекрывало раннемеловое море.

* Определения Л. И. Смирновой (Объединение Крымморгеология).

Перспективны для получения дополнительной информации о геологическом строении карстовых массивов подземные геофизические исследования (радиокомпарационные наблюдения, магнито-, гравитермомразведка, электрическое зондирование и профилирование, микросейсмические и ультразвуковые исследования и др.). Очень важны результаты спелеологических исследований при интерпретации материалов наземных геологических и геофизических работ. Ценный опыт подобных исследований накоплен Комплексной карстовой экспедицией АН УССР и ИМП МГУ СССР [48, 87, 128].

На основании изучения карстовых полостей можно картировать крупные тектонические нарушения и зоны повышенной тектонической трещиноватости, установить наличие и амплитуды перемещений по сбросам после образования и заполнения полости.

Например, ближняя часть Красной пещеры в Крыму на расстоянии более 500 м заложена вдоль сброса с простиранием сместителя 50°. Затем полость поворачивает почти под прямым углом и следует вдоль крупного нарушения с простиранием 310°. В стенах отдельных залов на расстоянии 200—300 м прослеживается отпрепарированная поверхность сместителя нарушения (рис. 11). В пещерах Красной и Джур-Джур зафиксированы подвижки блоков, которые произошли после образования галерей. Разломные зоны задокументированы во многих других пещерах Крыма — Скельской (рис. 5, *г*), Солдатской (рис. 13), в Карпатах — Молочном Камне (рис. 16, *е*), на Подолии — Млынках (рис. 19), Озерной (рис. 20) и др.

Интересную информацию о распределении гидрогеологически активной трещиноватости внутри разных тектонических блоков дает изучение направлений заложения карстовых полостей. Так, пещеры Приднестровского карстового района, расположенные в северной (Млынки, Угринь), центральной (Вертеба, Озерная, Оптимистическая) и южной (Юбилейная, Кристальная, На Хомах) частях, имеют разные гистограммы распределения ходов по направлениям (рис. 64). С севера на юг четко прослеживается «разворот» основных направлений трещиноватости на 20°, свидетельствующий о существовании в

этом месте нескольких крупных тектонических блоков [87], которые в свою очередь состоят из нескольких более мелких блоков. Классический пример этому — пещера Оптимистическая (рис. 21). Как уже отмечалось, по морфологии она делится на шесть районов. Гипотеза о том, что каждый район заложен в пределах одного тектонического блока, отделенного от соседнего зонами глыбовых завалов, маскирующих тектонические нарушения, подтверждается при статистическом анализе направлений галерей пещеры (H -критерий для распределений галерей разных районов более 1,96 [127]). Коэффициенты вариации длин ходов карстовых полостей характеризуют степень равномерности закарстования отдельных блоков. Наиболее изотропны блоки, в которых заложены пещера Вертеба и районы Глубусов и Новый пещеры Оптимистической ($C_v=0,42—0,56$). Максимальной анизотропией характеризуются блоки пещер Кристальной и Озерной, а также Дальний район пещеры Оптимистической ($C_v=1,35—1,52$).

Анализ особенностей заложения карстовых полостей обычно завершается сопоставлением направлений их заложения с розами тектонической трещиноватости [33]. Это ведет к потере информации, так как розы или более удобные в использовании ортогональные диаграммы направлений ходов (рис. 64) представляют собой интегральные графики, построенные по сумме длин ходов, имеющих ту или иную ориентировку. Весьма перспективен дифференциальный анализ этих диаграмм. После выявления основных направлений ходов (на рис. 64 для Южного района 30—40 и 310—320°) следует вернуться к исходным материалам и построить для этих направлений гистограммы распределения длин ходов. Модальные значения длины ходов будут характеризовать расстояния между гидрогеологически активными трещинами внутри отдельного блока. В разных районах Оптимистической пещеры оно меняется от 4 до 7,5 м, в Кристальной от 2,5 до 4,5 м, в Красной от 6,4 до 10,0 м. Таким образом, изучение карстовых полостей и статистическая обработка материалов топографической съемки последних позволяют получить ценную информацию о геологическом строении района.

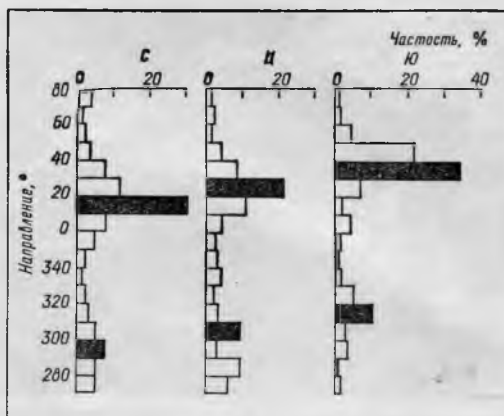
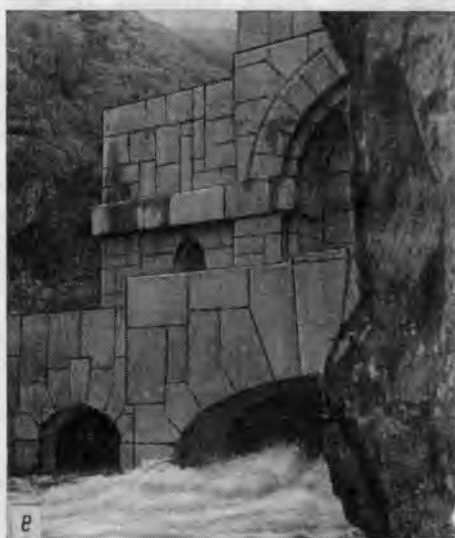
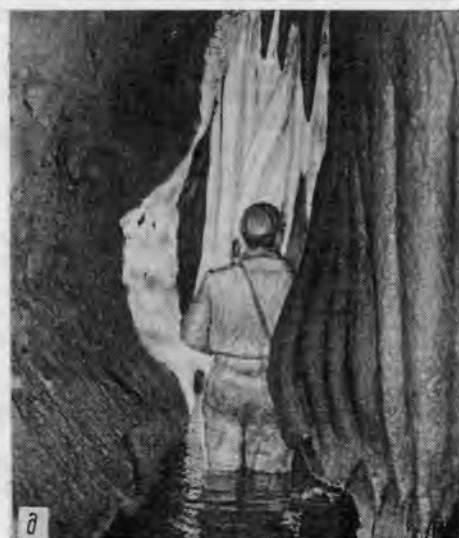


Рис. 64. Основные направления галерей карстовых полостей северной (С), центральной (Ц) и южной (Ю) частей Приднестровского карстового района

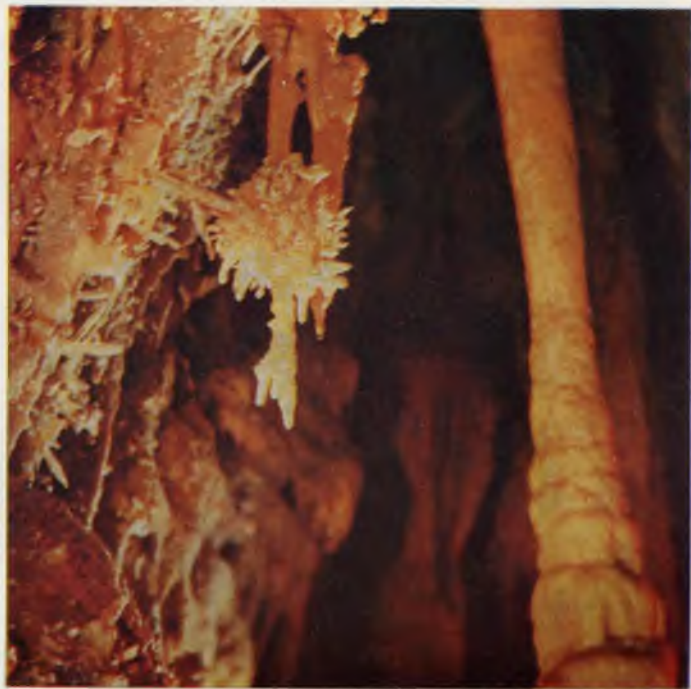
Гидрогеологическое направление. Карстовый массив — это «черный ящик», представление о структуре которого обычно получают только на основании гидрогеологических наблюдений на входе (в области питания) и на выходе (в области разгрузки). Применение спелеологических методов позволяет получить данные об особенностях обводнения горного массива (рис. 65) и о процессах, происходящих внутри него. Важнейшей задачей является выделение из множества карстовых полостей различного происхождения наиболее информативных в гидрогеологическом плане полостей коррозионно-эрозионного происхождения, нередко объединяющихся в карстовые водоносные системы [80]. Приведенные выше фактические материалы свидетельствуют о том, что из 940 карстовых полостей Украины 37% приходится на долю пещер и шахт этого класса (табл. 1). В него входят все крупнейшие пещеры и шахты республики (табл. 9, 10). Полости этого класса характеризуются наиболее устойчивыми микроклиматическими параметрами (рис. 36) и отличаются наибольшим богатством пещерных отложений (табл. 4).

Изучение коррозионно-эрозионных полостей позволяет установить условия и количественные характеристики питания подземных вод карстовых массивов за счет





Горно-Крымская карстовая область, Карабийский карстовый район, вскрытая пещера Юбилейная. Каскадные натеки, колонны и сталактиты (фото Г. И. Зеленина)



Пещера Юбилейная. Сталагнат и геликтиты в Северном зале (фото Г. И. Зеленина)



Пещера Юбилейная. Каскад
натеков в Южном зале
(фото Г. И. Зеленина)



Пещера Юбилейная.
Сталагмиты в Северном зале
(фото Г. И. Зеленина)



Горно-Крымская карстовая область, Чатырдагский карстовый район, вскрытая пещера Эмине-Баир-Хосар. Натечные колонны в Верхнем зале (фото Г. И. Зеленина)



Пещера Эмине-Баир-Хосар. Переход в зал Кечкемет (фото Г. И. Зеленина)



Пещера Эмине-Баир-Хосар.
Колонны, сталагматы
и сталактиты в зале Кечкемет
(фото Г. И. Зеленина)



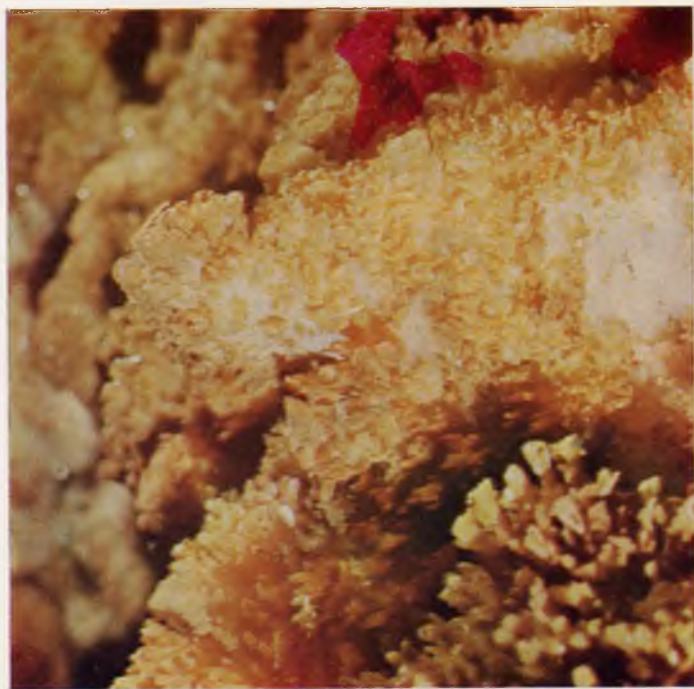
Запуск флуоресцеина при
проведении индикаторного
опыта (фото Г. И. Зеленина)

Горно-Крымская карстовая
область, Центральный
Айпетринский карстовый
район, вскрытая пещера
Кристалльная
им. Г. А. Максимовича.
Натечные колонны (фото
Г. И. Зеленина)

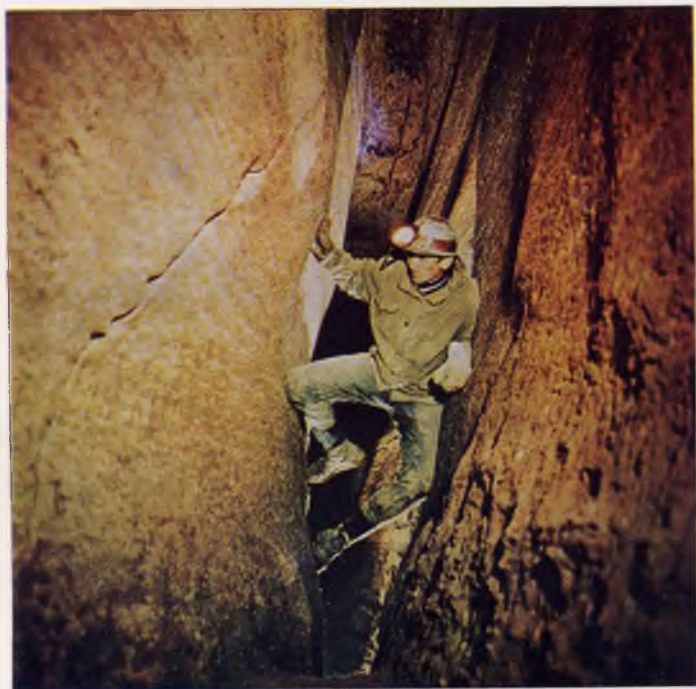


Подольско-Буковинская
карстовая область,
Приднестровский карстовый
район,
коррозионно-эрозионная
пещера Атлантида. Мелкие
кристаллы гипса в зале
Звездное Небо (фото
В. Г. Висневского)





Пещера Атлантида. Кристаллы
гипса в зале Нежность
(фото В. Ф. Кузовкова)



Пещера Атлантида.
Вертикальные ходы-трещины в
Ближнем районе (фото
В. Ф. Кузовкова)

Пещера Атлантида. Друзы
гипса (фото
В. Г. Висневского)



Пещера Атлантида.
Разноцветные кристаллы
гипса (фото В. Ф. Кузовкова)





Пещера Атлантида. Низкие
ходы в Ближнем районе
(фото В. Ф. Кузовкова)



Пещера Атлантида. Зал
Альпинистов с навалом
глыб на дне пещеры
(фото В. Г. Висневского)



Пещера Атлантида. Друзы
гипса (фото В. Ф. Кузовкова)

Пещера Атлантида. Крупно-
и мелкокристаллические
друзы гипса (фото
В. Ф. Кузовкова)



Пещера Атлантида.
Кристаллы гипса в зале
Храм Богов (фото
В. Г. Висневского)



Пещера Атлантида.
Отложения глин и характер
переходов в Новый район
(фото В. Г. Висневского)





Пещера Атлантида.
Зал Альпинистов.
Коррозионные щели
и характер ходов (фото
В. Г. Висневского)

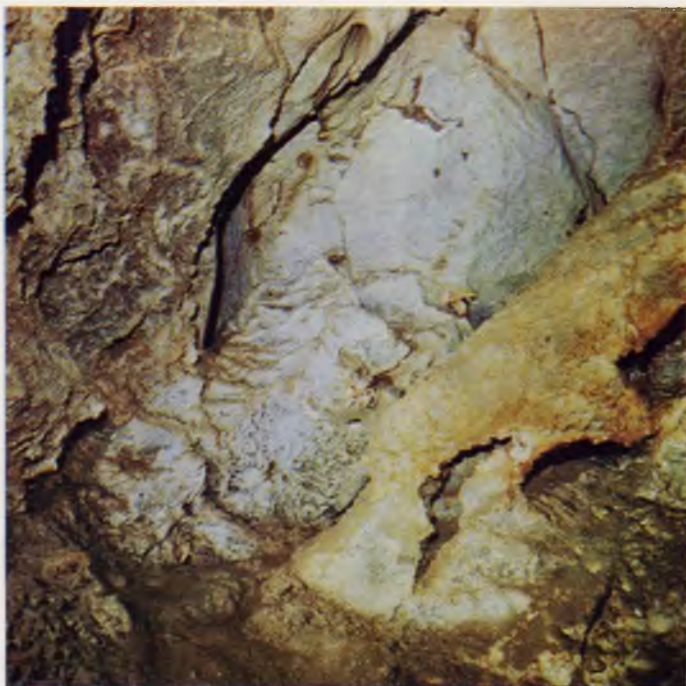


Пещера Атлантида.
Партизанская галерея (фото
В. Ф. Кузовкова)

Пещера Атлантида. Гипсовая
оторочка на краю колодца
Китовый Ус (фото
В. Ф. Кузовкова)



Пещера Атлантида. Трещины
и кристаллы гипса на
стенках пещеры (фото
В. Г. Висневского)





Подольско-Буковинская
карстовая область,
Приднестровский карстовый
район, коррозионно-эрозионная
пещера Кристальная.
Коррозионные формы и навал
глыб на дне пещеры (фото
В. Ф. Кузовкова)



Пещера Кристальная.
Коррозионные формы в
своде зала Буйвола (фото
В. Ф. Кузовкова)

Пещера Кристальная.
Характер ходов в центральной
части пещеры (фото
В. Ф. Кузовкова)



Подольско-Буковинская
карстовая область,
Приднестровский карстовый
район, пещера Жемчужная.
Вход в пещеру (фото
В. И. Монастырецкого)





Подольско-Буковинская
карстовая область.
Мамалыжский карстовый
район, коррозионно-эрозийная
пещера Буковинка. Уступ
карьера и вход в пещеру
(фото В. И. Монастырецкого)



Пещера Буковинка. Ледяные
сталактиты и сталагмиты
(март 1979 г., фото
В. Ф. Кузовкова)



Пещера Буковинка. Ледяной столб (фото В. Ф. Кузовкова)



Подольско-Буковинская карстовая область, Мамалыжский карстовый район, коррозионно-эрозионная пещера Золушка. Монокристалл гипса (фото В. Ф. Кузовкова)



Пещера Золушка. Крупные
кристаллы гипса (фото
В. Ф. Кузовкова)



Пещера Золушка. Глиняные
сталактиты на стенках
пещеры (фото
В. Ф. Кузовкова)

инфильтрационной, инфлюационной и конденсационной составляющих. В разные периоды могут преобладать различные типы питания. Например, в Краснопещерном гидрогеологическом районе в межень и паводок на долю инфильтрационного питания приходится соответственно до 2 и 70—80%, инфлюационного 3—5 и 15—25%, конденсационного 93—95 и до 5% [76].

Спелеологические исследования позволяют ответить на один из самых сложных вопросов гидрогеологии карстовых областей: как залегают подземные воды района? Многочисленные опыты с окрашиванием карстовых вод флуоресцеином [90] показали, что представления сторонников «единого уровня» и «изолированных водотоков», обычно рассматриваемые как альтернативные, в соответствии с законами диалектики, очевидно, являются примером взаимопроникновения противоположностей.

Карстовые коллекторы — среда с «двойной пористостью» [8]. Блоки между крупными разломными зонами характеризуются трещинно-поровой водопроницаемостью, а зоны трещиноватости близ разломов — трещинно-карстовой. Проницаемость, обусловленная системой трещин и карстовых полостей, значительно больше проницаемости блоков. При стационарном движении блоки можно считать вообще непроницаемыми. Сток четко канализован, при окрашивании «работают» только главные карстовые водоносные системы и краска поступает в несколько основных точек разгрузки. При этом может происходить даже «перекрещивание» подземных водотоков, протекающих на разных уровнях. Последнее установлено на Карабийском массиве в Крыму [80], а также в сравнительно небольшом карбонатном блоке пещеры Дружбы в Карпатах (100 × 100 м при мощности известняков 60—80 м) (рис. 16, г, 66). Об изолированности подземных водотоков блока пещеры Дружбы свидетельствуют также биологические данные. В. И. Монченко установил, что в северном более холодном водотоке (7,4—7,6° С), имеющем инфильтрационное пи-

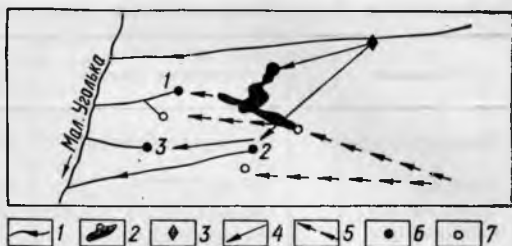


Рис. 66. Схема проведения индикаторного опыта на Угольском участке Карпатской карстовой области:

1 — поверхностный водоток; 2 — вскрытая пещера Дружба; 3 — место запуска красителя; 4 — движение окрашенной воды; 5 — движение неокрашенной воды; 6 — источники с окрашенной водой; 7 — источники с неокрашенной водой

тание, находятся типичные троглобионтные формы, представленные тремя группами: Harpacticoida, Cyclopoida, Amphipoda.

В паводок, или при резком повышении уровня воды в системах связанных между собой трещин, между водами, заполняющими пористый блок и трещины, возникает скачек давления. Исчезает скачок в результате перетока части воды из трещин в блок или в обратном направлении. В это время и происходит широкий разнос красителя по многим источникам района.

Структурная и фильтрационная неоднородности карстовых массивов обуславливают значительные различия в скоростях движения карстовых вод в разных частях карстовых водоносных систем в межень и паводок. Наиболее высокие скорости (до 10 400 м/ч) получены в паводок в сужениях русел подземных водотоков и на выходе их из карстовых сифонов (Аянская пещера). Средние скорости (115—920 м/ч) получены на основании анализа гранулометрического состава заполнителя карстовых полостей (метод Хьюлстрема — Буркхардта). Эти данные характеризуют паводковые скорости на значительных участках подземных русел длиной 50—200 м. Наименьшие скорости движения полученные методами анализа гидрографа и окраши-

Рис. 65. Гидрогеологические особенности карстовых полостей (фото В. Н. Дублянского и Г. И. Зеленина):

а — подземная река в Красной пещере Долгоруковского карстового района; б — сток в пещере Соколинской Восточного Айпетринского карстового района; в — древние уровни воды на стене во вскрытой пещере Эгиз-Тинах-III Карабийского карстового района; г — выход на поверхность карстового источника; д — в русле подземного карстового потока; е — карстовый источник в паводок

Таблица 9. Длиннейшие карстовые полости Украины (по состоянию на 1.I 1980 г.)

Название	Карстовая область	Длина, м	Глубина, м	Площадь, тыс. м ²	Объем, тыс. м ³
Оптимистическая	Подольско-Буковинская	142 500	20	179	386
Озерная	Та же	104 520	20	310	700
Золушка	» »	40 000	20	120	420
Кристалльная	» »	22 000	10	35	101
Млынки	» »	15 160	10	31	48
Красная	Горно-Крымская	13 100	135	53	200
Вертеба	Подольско-Буковинская	7820	10	23	47
Угринь	Та же	2120	10	4	8
Солдатская	Горно-Крымская	1800	500	1	2
Юбилейная	Подольско-Буковинская	1500	20	2	3
Узунджа	Горно-Крымская	1500	20	1	4
Эмине-Баир-Хосар	Та же	1460	125	12	80
Тымкова Скала	Подольско-Буковинская	1430	10	3	4
Провал	Горно-Крымская	1150	104	3	6
Буковинка	Подольско-Буковинская	1100	20	Данных нет	Данных нет
Эмине-Баир-Коба	Горно-Крымская	800	150	1,8	9,3
Джур-Джур	Та же	750	20	1	1
Скельская	» »	570	80	1	11
Одесская-II	Причерноморско-Азовская	554	Данных нет	Данных нет	Данных нет
Аянская	Горно-Крымская	550	20	1	2
Алешина Вода	Та же	500	10	1	2
Каскадная	» »	445	400	4	48
Ени-Сала-III	» »	410	20	1	3
Аверкиева	» »	405	145	1	3
Висячая	» »	401	15	1	3
Заповедная	Причерноморско-Азовская	380	10	1	1
Зменная	Предгорно-Крымская	310	20	0,4	1
Крубера	Горно-Крымская	280	62	1	12
Юбилейная	Та же	275	50	2	14
Эгиз-Тинах-I	» »	255	60	3	5
Бездонная	» »	244	195	1	32
Студенческая	Подольско-Буковинская	242	5	2	2
Мира	Горно-Крымская	240	135	1	17
Партизанская	Та же	230	27	6	4
Мангупская-I	Предгорно-Крымская	230	10	1	1
Нассонова	Горно-Крымская	229	10	1	1
Соколинская	Та же	212	20	1	1
Суук	» »	210	43	2	11
Межгорье	Предгорно-Крымская	210	10	1	1
Монастырь-Чокрак	Горно-Крымская	207	151	3	53
Медовая	Та же	205	60	1	6
Жемчужная	Подольско-Буковинская	200	35	0,3	0,5

Примечание. В соответствии с рекомендациями Комиссии по крупнейшим карстовым полостям Международного спелеологического союза в табл. 9 приведены данные о самых длинных (более 200 м), в табл. 10 о самых глубоких (глубже 100 м) карстовых полостях Украины. Отдельные карстовые полости при этом попадают в оба перечня.

Объем, тыс. м³	
386	
700	
420	
101	
48	
200	
47	
8	
2	
3	
4	
80	
4	
6	
Данных нет	
9,3	
1	
11	
Данных нет	
2	
2	
48	
3	
3	
1	
1	
12	
14	
5	
32	
2	
17	
4	
1	
1	
1	
11	
1	
53	
6	
0,5	

полостям Между-
в табл. 10 о самых
попадают в оба

вания флуоресцеином (6,4—166,7 м/ч). Эти данные характеризуют большие участки подземных водотоков длиной от 200 м до 6 км. Поэтому их можно рассматривать как средние истинные скорости движения карстовых вод. По данным более 30 определений, средняя скорость (в м/ч) подземных водотоков Крыма составляет 430, Карпат — 180, Подолии — 290. Следовательно, это скоростные, турбулентные потоки. Для Крыма существует достаточно тесная связь (коэффициент корреляции $0,85 \pm 0,04$) между расходом (Q) и скоростью движения (v) карстовых вод, которую можно выразить уравнением

$$V = 0,19Q^{0,22}.$$

Таким образом, анализируя режим карстовых источников, можно делать определенные выводы о распределении скоростей и энергий подземных потоков в различные сезоны. Значительные скорости движения карстовых вод Украины обеспечивают быстрое прохождение волны паводка и не способствуют очищению вод от всех видов загрязнения. Поэтому особое значение приобретают меры санитарной охраны области питания на плато горных массивов и междуречных пространствах.

Изучение морфологии и отложений карстовых водоносных систем, в настоящее время располагающихся в пределах верхних гидродинамических зон (аэрации, сезонных колебаний уровней), дает ключ к пониманию гидрогеологических особенностей нижней гидродинамической зоны (полного насыщения), недоступной для непосредственных исследований, и позволяет оценить направления смещения существующего равновесия в системе порода — заполнитель — вода при проведении различных инженерных мероприятий (сооружение плотин, проходка тоннелей и др.).

Весьма перспективно применение спелеологических методов исследований в гидрохимии. Из литературных источников известно мало данных о химическом составе карстовых вод Украины. Все они получены при анализе воды источников, которые в районах развития карбонатного карста относятся к гидрокарбонатному кальциевому, а в районах сульфатного карста — к сульфатному кальциевому гидрохимическим типам. В действительности процесс

Таблица 10. Глубочайшие карстовые полости Горно-Крымской карстовой области (по состоянию на 1.1 1980 г.)

Название	Длина, м	Глубина, м	Площадь, тыс. м²	Объем, тыс. м³
Солдатская	1800	500	1	2
Каскадная	445	400	4	78
Молодежная	20	260	0,02	3
Ход Конем	95	213	0,2	2
Севастопольская	5	196	0,02	4
Бездонная	244	195	1	32
Гвоздецкого	25	191	0,3	1
Монастырь-Чокрак	207	151	3	53
Профсоюзная	10	150	0,02	1
Эмине-Баир-Коба	800	150	1,8	9,3
Аверкиева	405	145	1	3
Вдовиченко	5	142	0,02	1
Мира	240	135	1	2
Эмине-Баир-Хосар	1460	135	12	80
Ухо Земли	65	132	0,02	3
Кара-Мурза	60	130	1	52
Визовская	5	126	0,02	1
Карабийская-3	5	126	0,02	2
Кристалльная им. Г. А. Максимова	110	113	2	26
Карабийская-2	5	110	0,01	1
Карабийская-1	6	107	0,01	4
Камнепадная	40	105	0,02	2
Резонансная	20	105	0,02	2
Провал	1150	104	3	6
Бабуганская	40	103	0,02	1

Примечание. В других карстовых областях Украины шахт глубже 100 м нет.

формирования химического состава карстовых вод Украины весьма сложен.

Карстовые воды Горного Крыма формируются в результате смешивания в разных пропорциях вод атмосферных, непосредственно инфильтрующихся под землю, инфлюационных, конденсационных и вод, образующихся при таянии снега и льда из карстовых полостей. Жидкие осадки, выпавшие в теплый период, имеют весьма пестрый химический состав, зависящий от направления преобладающих ветров, и минерализацию, изменяющуюся от 6,9 до

* В отличие от предыдущих работ [80, 81] здесь приведена не сумма ионов, а вычисленный плотный остаток (сумма ионов минус $0,5 \text{ HCO}_3$).

82,5 мг/л* ($C_v=0,56$). Твердые осадки, выпавшие в холодный период, имеют в основном хлоридно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый состав и минерализацию 3,7—80,1 мг/л ($C_v=0,72$). Наиболее агрессивны твердые осадки, что объясняется повышенным содержанием в снеге CO_2 (в среднем 30,2 мг/л). При прохождении атмосферных осадков через кроны деревьев и почвогрунт их минерализация увеличивается в два-три раза, они приобретают гидрокарбонатный кальциевый состав.

Конденсационные воды в момент образования имеют нулевую минерализацию. Но вследствие высокой агрессивности они уже на первых десятках метров путей фильтрации приобретают минерализацию 80—150 мг/л при гидрокарбонатном кальциевом составе. Примерно такую же минерализацию имеют и инфильтрационные воды (83—253 мг/л, $C_v=0,32$). Поэтому на настоящем этапе исследований их различить трудно.

Снег и лед из карстовых полостей Крыма имеют средний гидрокарбонатный натриево-кальциевый состав при минерализации 39—239 мг/л ($C_v=0,56$). В зависимости от происхождения минерализация льда может меняться от 54 (сублимационный) до 239 мг/л (конгеляционный).

Химический состав инфильтрационных вод формируется еще на поверхности. Это гидрокарбонатные кальцево-натриевые воды с минерализацией 138—313 мг/л ($C_v=0,24$). В дальнейшем трансформация химического состава подземных вод происходит в карстовых водоносных системах, парциальное давление CO_2 в которых на один-два порядка выше, чем в свободной атмосфере. Воды непроточных ванночек имеют гидрокарбонатный кальциевый состав при минерализации 140—356 мг/л ($C_v=0,29$). Воды подземных водотоков характеризуются гидрокарбонатным кальциевым составом с минерализацией 133—340 мг/л ($C_v=0,12$). Таким образом, от области питания к области разгрузки происходит стабилизация химического состава подземных вод и уменьшение степени вариации минерализации от 0,72 до 0,12. Средняя минерализация инфильтрационных и инфильтрационных вод составляет около 85% минерализации воды подземных потоков и более 70% минерализации воды карстовых источников. Это свидетель-

ствует об избирательности коррозионных процессов в карстовом массиве.

Специальные исследования, выполненные в Красной пещере [80], показали, что в межень нарастание минерализации происходит только в верхней и средней частях зоны аэрации (градиенты выщелачивания 167 и 60 мг/л на 100 м). Затем наблюдается снижение минерализации на 15—17%, на фоне которого вниз по разрезу прослеживаются участки ее резкого возрастания. В большинстве случаев такие участки совпадают с разломными зонами, по которым происходит подток CO_2 . В паводок минерализация подземных потоков возрастает до выхода на поверхность. Воды карстовых источников имеют гидрокарбонатный кальциевый состав при минерализации 150—420 мг/л ($C_v=0,25$). Состав и минерализация вод источников, выходящих из различных карстовых блоков, могут существенно отличаться, что является гидрохимическим индикатором активности карстовых процессов и структуры карстовых водоносных систем.

Ход метаморфизации подземных вод Горного Крыма хорошо иллюстрирует график Тилльманса—Тромба (рис. 67) [304]. На главной линии метаморфизации располагаются анализы атмосферных осадков, снега и льда карстовых полостей, инфильтрационных и конденсационных вод подземных водотоков и источников. Инфильтрационные воды поступают под землю, уже имея значительную минерализацию. Анализы вод непроточных ванночек располагаются на «тупиковой» ветви метабенеза подземных вод. Большинство проанализированных проб не насыщено по отношению к карбонату кальция. Исключение составляют лишь некоторые пробы подземных потоков, источников и непроточных ванночек. Вниз по потоку происходит нарастание pH от 6,0 до 7,4 и температуры воды от 7,0 до 10,2°С [80].

Примерно так же происходит метаморфизация дождевых и инфильтрационных вод, поступающих в известняковые блоки Карпатской карстовой области [89].

Химический состав подземных вод Подольско-Буковинской области формируется под влиянием атмосферных, инфильтрационных и конденсационных вод, вступающих во взаимодействие с карбонатными и сульфатными породами (рис. 68). Атмо-

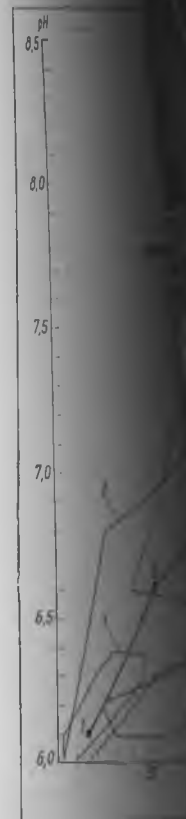


Рис. 67. Метаморфизация подземных вод Горного Крыма. 1 — атмосферные осадки, 2 — конденсационные и инфильтрационные воды. Показаны направления метаморфизации.

сферные воды имеют минерализацию 138—313 мг/л гидрокарбонатно-кальциевым составом. При этом в межень реакции в самих глинистых истых антропогенных верхнетортиских тают повышенную минерализацию при гидрокарбонатно-кальциевом средним составом постоянных и стных водотоков гипсов, эти воды щимися в небесах

ности коррозионных массиве.

дования, выполнен- [80], показали, что минерализации про- сней и средней ча- адиенты выщелачи- на 100 м). Затем минерализации на рого вниз по раз- участки ее резкого истве случаев такие азломными зонами, подток CO_2 . В па- подземных потоков на поверхность. Во- ов имеют гидрокар- состав при минера- ($C_v=0,25$). Состав сточников, выходя- стовых блоков, мо- ться, что является атором активности структуры карсто-

и подземных вод иллюстрирует гра- ба (рис. 67) [304]. морфизации распо- сферных осадков, полостей, инфильт- ционных вод под- точников. Инфлю- от под землю, уже минерализацию. Ана- ванночек распола- ветви метабенеза нство проанализи- лщено по отноше- я. Исключение со- ые пробы подзем- в и непроточных ку происходит на- 7,4 и температуры 0].

исходит метамор- инфильтрационных естняковые блоки бласти [89].

дземных вод По- асти формируется рных, инфильтра- ных вод, вступаю- е карбонатными и (рис. 68). Атмо-

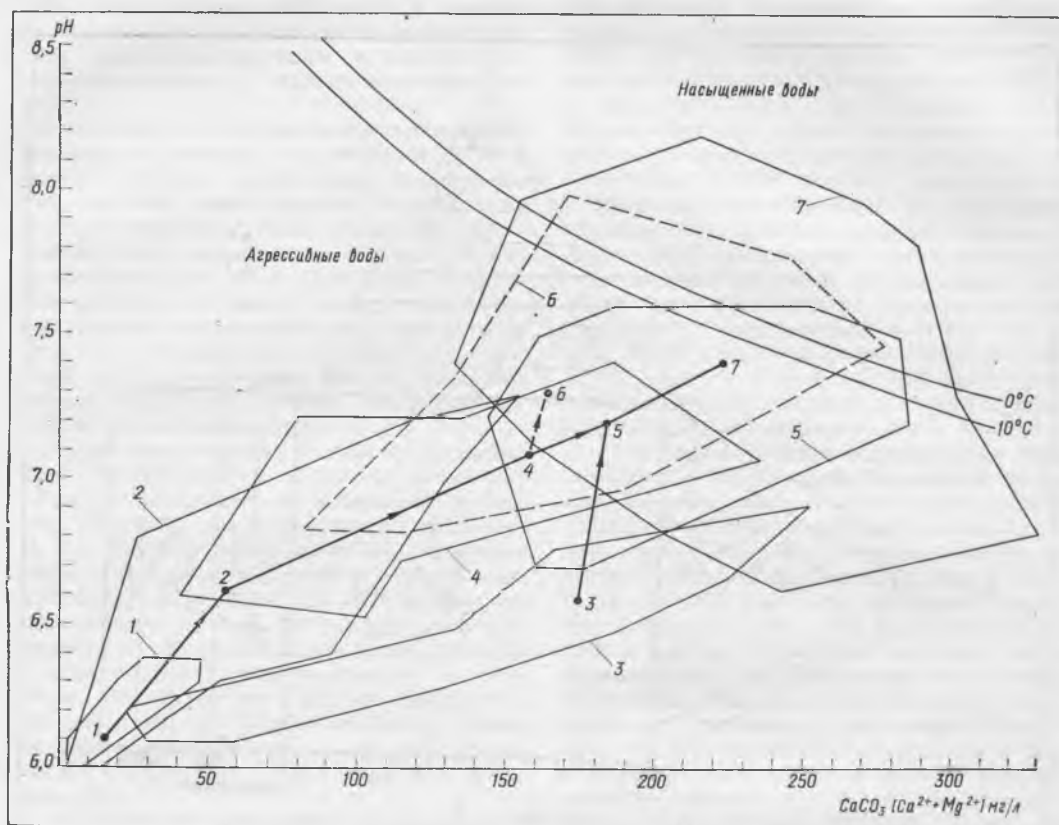


Рис. 67. Метаморфизация карстовых вод Горного Крыма (по наблюдениям 1960—1977 гг.):

1 — атмосферные осадки; 2 — снег и лед в карстовых полостях. Воды: 3 — инфлюационные, 4 — инфильтрационные и конденсационные, 5 — подземных водотоков, 6 — непроточных ванночек, 7 — источников. Стрелками показаны направления метаморфизации (проведены через точки, соответствующие средним значениям pH и содержания CaCO_3)

сферные воды характеризуются невысокой минерализацией (32 мг/л) и сложным сульфатно-гидрокарбонатным натриевым составом. При реакциях растворения и обменных реакциях с коллоидными комплексами глинистых и известняково-мергелистых антропогенных, нижнесарматских и верхнетортонских отложений они приобретают повышенную (до 373 мг/л) минерализацию при гидрокарбонатно-сульфатном натриево-кальциевом составе. Именно такой средний состав характерен для вод постоянных и периодических поверхностных водотоков. Инфлюируя в толщу гипсов, эти воды смешиваются с образующимися в небольших количествах кон-

денсационными водами гидрокарбонатно-сульфатного натриево-кальциевого состава с минерализацией 451 мг/л и инфильтрационными водами очень высокой минерализации (2199 мг/л) сульфатного кальциево-магниевого состава.

Водоносный горизонт в верхнетортонской гипсо-ангидритовой толще имеет среднюю минерализацию 2014 мг/л при сульфатном кальциевом составе. В дальнейшем, при движении подземных вод к области разгрузки и проникновении их в толщу подстилающих багрянковых известняков и окремнелых песчаников вследствие разбавления инфильтрационными и инфлюационными водами их минерализа-

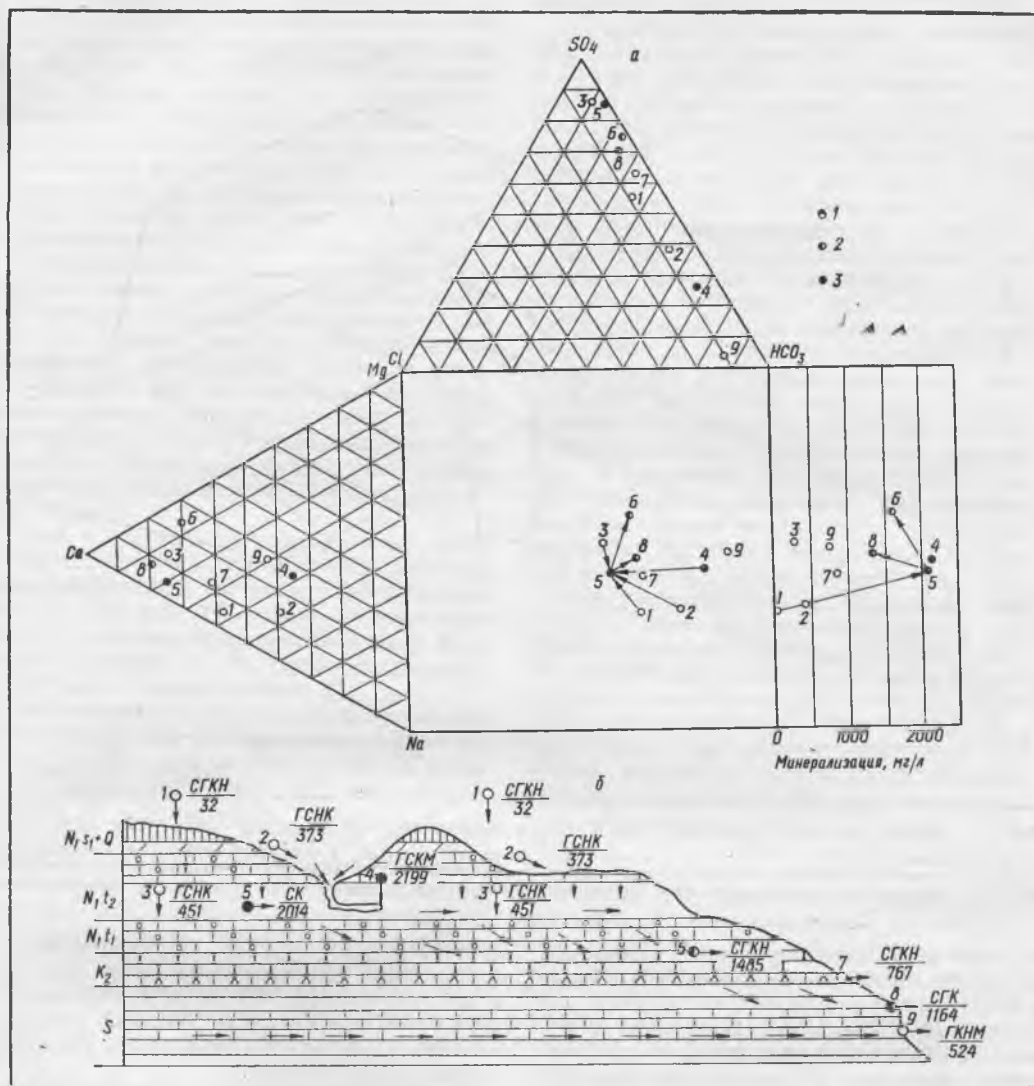


Рис. 68. Метаморфизация карстовых вод Приднестровской Подолии (по наблюдениям 1963—1968 гг.):

а — график Дурова; б — геологический профиль. Минерализация (мг/л): 1 — до 1000; 2 — 1000—2000; 3 — более 2000. Цифры на схемах: 1 — атмосферные осадки; 2 — инфильтрационные воды; 3 — конденсационные воды; 4 — инфильтрационные воды. Водонесные горизонты: 5 — в гипсах; 6 — в багрянковых известняках, кремне-рых песчаниках и гипсах; 7 — во мшанковых известняках; 8 — в силурийских сланцах; 9 — в силурийских известняках. Типы вод: Г — гидрокарбонатные, С — сульфатные, К — кальциевые, Н — натриевые, М — магниевые. Цифры в знаменателе — средняя минерализация, мг/л

для оценки
ский осадоч-
ным трещин-
рокарбонат-
типа).

Вз-
фатным кар-
более трещи-
Так, в осад-
сланцевых кар-
карбонатных
различных
ной сульфат-
мирующей и
Они имеют
(524 мг/л) и
пород глин-
трещинно-м-

Подземные
ской области
полного выхо-
сам. Расчеты
В. П. Дурова
более высокие
(дефицит воды
подземной) и
нарастание кон-
с градиентом
жень 89 м/м
43 мг/л (100 м)
картина форми-
на подучении
ная [80].

Следствие
вых областей
ма скудных
отсутствием
пещер.

Новые дан-
и минерализ-
основных кар-
лученные во
следованиях
химической
чественной
обычно имеют
земная хими-
ствующих
площади
за год или
Показатели
ста опреде-
объема и
объем ка-
(в %) [32]

ция снижается до 1485 мг/л, а химический состав вновь становится более сложным (преобладают воды сульфатно-гидрокарбонатного кальциево-натриевого типа).

Влияние высокоминерализованных сульфатных кальциевых вод ощущается и в более глубоких водоносных горизонтах. Так, в зоне выветривания силурийских сланцев встречаются воды сульфатно-гидрокарбонатного кальциевого состава с минерализацией 1164 мг/л. Свободны от влияния сульфатной толщи только воды, формирующиеся в силурийских известняках. Они имеют невысокую минерализацию (524 мг/л) и обычный для карбонатных пород гидрокарбонатный кальциево-натриево-магниевый состав.

Подземные воды Подольско-Буковинской области почти нигде не достигают полного насыщения по отношению к гипсам. Расчеты, выполненные по методике В. П. Зверева [99], показали, что наиболее насыщены инфильтрационные воды (дефицит насыщения 430 мг/л). Вниз по подземному потоку происходит быстрое нарастание минерализации карстовых вод с градиентами выщелачивания в межень 89 мг/(л·100 м), в паводок — 43 мг/(л·100 м). Таким образом, общая картина формирования химического состава подземных вод района довольно сложная [80].

Сведения о гидрохимии других карстовых областей Украины, к сожалению, весьма скудные. Это связано прежде всего с отсутствием в них крупных обводненных пещер.

Новые данные о химическом составе и минерализации подземных вод трех основных карстовых областей Украины, полученные во время спелеологических исследований, позволяют оценить размеры химической (карстовой) денудации. В отечественной литературе для этих целей обычно используются два показателя. Подземная химическая денудация — слой карстующихся пород, который выносится с площади расчетного района (микрометр за год или миллиметр за 1000 лет) [167]. Показатель современной активности карста определяется как частное от деления объема вынесенной породы на общий объем карстующихся пород за 1000 лет (в %) [221]. В Горном Крыму на различ-

ных карстовых массивах химическая денудация составляет (миллиметры за 1000 лет): на Чатырдагском — 26,5, Долгоруковском — 29,2, Айпетринском — 31,6; в Карпатах — 42,3, на Подоллии — 42,4. Таким образом, новые фактические данные о размерах карстовой денудации на территории СССР хорошо укладываются в пределы, установленные на основании изучения 32 карстовых районов Европы и Азии [305]. Показатель активности карстового процесса имеет минимальные значения для карбонатного карста горных массивов: Чатырдагского — 0,004, Карпат — 0,007, Айпетринского — 0,008 и Долгоруковского — 0,015% за 1000 лет и максимальные для гипсового карста Подоллии — 0,23% за 1000 лет.

Геоморфологическое направление. При изучении геоморфологии карстовых областей весьма важно оценить взаимосвязь поверхностного и подземного закарстований, с одной стороны, и гидрогеологии карстовых массивов, с другой. В начале XX в. А. А. Крубер [139] на основании изучения поверхностных карстовых форм пришел к выводу о том, что западная часть Крымских гор (Айпетринский, Ялтинский, Никитский, Бабуганский массивы) находится в старческой, а восточная (Чатырдагский, Демерджи-Долгоруковский и Карабийский массивы) — в зрелой стадиях развития карста. В 1972 г. эту гипотезу развил Е. С. Штенгелов [268]. Сравнивая геоморфологические особенности западных и восточных яйл, он пришел к выводу, что на последних карстовый процесс находится в более зрелой стадии. Ей соответствуют большие скорости движения подземных вод, значительная неравномерность их режима, наличие гидравлически единых трещинно-карстовых систем. Таким образом, эта теоретическая проблема приобрела практическое значение: различия в закарстованности отдельных массивов стали приниматься в качестве критерия оценки их гидрогеологических условий.

Простое сопоставление количества и размеров карстовых форм на разных горных массивах не позволяет однозначно ответить на поставленный вопрос (табл. 11). При почти равной плотности подземного закарстования суммарная длина пещер на восточных яйлах почти в четыре раза, а глубина шахт в полтора

гообразующих
факторов карстовых
их яил Крыма

оры	5,20
	0,40
	0,03
	1,35
	0,69
	3,20
	2,05
	2,80
	3,20
	3,40
	2,10
	3,40
	2,72
позых	
	0,81
а	1,10
я	0,55
м	0,67
и	
е	
	0,98
	1,17
	1,24
	0,52
	1,16
	1,01
	1,56
	0,75
	1,17
	1,29
	1,26

тым выделены значе-
андартный порог ве-

склоны времен-
е уступы и др.),
о тектоническим
щинам несущи-
также различия
х показателей
метров карсто-
сов и различия

в распределении карстовых источников западных и восточных горных массивов.

Таким образом, изучение поверхностных карстовых форм без одновременного изучения подземного карста не может дать достаточно надежные сведения для оценки гидрогеологических особенностей карстовых массивов. Для Горного Крыма нет оснований предполагать, что в условиях залегания и режиме подземных вод восточных и западных массивов есть какие-либо принципиальные отличия. Различия в условиях выходов крупных карстовых источников и распределении современных и древних карстовых водоносных систем на отдельных горных массивах объясняются не «зрелостью» или «дряхлостью» карста [267], а вполне определенными сочетаниями карстообразующих факторов. Так, существование на восточных горных массивах Крыма крупнейшей известняковой пещеры Красной (длина 13 100 м) и одной из глубочайших шахт-поноров Солдатской (глубина 500 м) объясняется развитием в области их питания некарстующихся пород [80]. При изучении микроклимата, отложений и морфометрических особенностей карстовых полостей Крыма каждый генетический класс последних можно рассматривать как одну генеральную совокупность вне зависимости от положения на том или ином горном массиве. Этот прием был использован нами при описании подземного карста Горного Крыма.

Одной из сложнейших и интереснейших теоретических проблем геоморфологии карстовых областей является возраст подземных карстовых форм. Возраст карстовой полости — время ее существования, оцененное по шкале относительной или абсолютной геохронологии [311]. За этот период карстовые полости последовательно проходят ряд этапов развития (стадий) [167, 168, 176].

В свете новых данных о генезисе карстовых полостей Украины [72, 80, 87] необходимо отметить, что концепция стадийности применима только к коррозионно-эрозийному классу полостей. Полости этого класса формируются путем преобразования трещин в щели, каналы и коридоры; после формирования полостей коридорного типа — путем прохождения коридорно-речной, коридорно-озерной и коридорно-гrotовой стадий.

В соответствии с принятым нами ранее определением карстовых полостей как пустот, доступных для изучения спелеологическими методами при участии человека, прием временем **образования** карстовой полости коррозионно-эрозийного класса момент прохождения ею щелевой стадии. К сожалению, в практической спелеологии пока нет методов, которые могут дать прямой ответ на вопрос о возрасте полости. Геологические и геоморфологические методы, с помощью которых можно сопоставить подземные карстовые формы с формами поверхностного рельефа, имеющими точную датировку, позволяют установить нижнюю возрастную границу заложения полостей (не раньше).

Палинологический, палеозоологический, археологический и многочисленные физические (изотопные) методы позволяют определить возраст заполнителя карстовых полостей, а методы корреляции гетерохронных, наложенных и реликтовых форм — сопоставить его с возрастом различных морфологических элементов пещер. Сужая таким образом «возрастную вилку», определяют верхнюю возрастную границу образования данной полости или ее части (не позже).

Возраст карстовых полостей может быть самым различным. В Бельгии в пещере Авен Берниссарт найдены костные остатки динозавров-игуанодонтов, которые вымерли в Европе в конце мелового периода. Следовательно, пещера образовалась не позднее чем 120—140 млн. лет тому назад. Мнение о вероятном предмеловом возрасте закарстования Крыма высказывали В. Ф. Пчелинцев [211] и М. В. Муратов [184]. И. М. Гуневский [264] предполагал, что возраст гипсовых пещер Подолы превышает 2—10 млн. лет. Анализ материалов о возрасте карстовых полостей Украины и Западной Европы [76] свидетельствует о том, что в большинстве случаев основная часть лабиринтов образовалась в позднем плиоцене — антропогене.

История формирования карстовых полостей Крыма, Карпат и Подолы детально рассмотрена ранее в работах [70, 73, 80, 87, 89 и др.]. Однако в СССР [265] и за рубежом [298] появились публикации, в которых предпринята попытка пересмотреть генезис и возраст некоторых пещер Украины. Это заставило нас еще раз вер-

наться к данной проблеме и рассмотреть ее в свете учения Д. С. Соколова об основных условиях развития карста [232]. Каждое из четырех условий развития карста (наличие карстующихся пород, трещинной или поровой проницаемости, движущихся вод и их растворяющей способности) с точки зрения марксистской теории познания является необходимым, но недостаточным. Карстовые полости образуются только там и тогда, где и когда эти условия могут реализоваться одновременно (в масштабах геологического времени). Решение данной задачи возможно палеогидрогеологическими и палеогеоморфологическими методами, путем анализа условий формирования, движения и разгрузки подземных вод района и анализа связей карстовых полостей с поверхностями выравнивания и речными террасами.

В Горном Крыму образование небольших карстовых полостей, очевидно, началось во время рорак-секванской, позднемеловой — раннетитонской и среднечетвертичной регрессий. В это время Главная гряда представляла собой невысокую (200—300 м) островную сушу с невыработанной эрозионной сетью. На более поздних трансгрессивных этапах развития рельефа эти полости были заполнены различными отложениями (аргиллитами, песчаниками, известняками, бокситами, кальцитами, гипсами и др.). Иногда их вскрывают горными выработками [128]. В среднем альбе — среднем миоцене Главная гряда представляла собой невысокую расчлененную на периферии сушу [38]. Формирование структурно-денудационного рельефа гряды происходило на фоне периодических поднятий и опусканий. Область развития верхнеюрских известняков не перекрывалась морскими осадками, поэтому достоверных данных для реконструкции ее палеогеографических условий нет. Очевидно, в это время происходило интенсивное оттеснение минерализованных седиментационных вод из верхней части карбонатной толщи мощностью до 100—150 м, формирование всевозможных поверхностных и сравнительно мелких подземных карстовых форм.

В приразломных трещинных зонах отдельных массивов (Чатырдагском, Карабийском) существовали условия, благоприятные для подземного закарстования

субтермальными водами (40—50° С), образования исландского шпата и ангидрита. Карстовые полости, сформированные на протяжении среднего альба — миоцена, не сохранились до нашего времени. Они были вскрыты и уничтожены процессами денудации, которые в различных карстовых районах Альпийской складчатой области составляют в среднем 0,05 мм/год [76].

При продолжительности второго этапа около 100 млн. лет мощность уничтоженных в это время известняков могла достигать на отдельных участках горных массивов 300—500 м. Останцы сталагмитовых кор, известные на многих водораздельных участках Айпетринского, Никитского и Чатырдагского массивов, позволяют реконструировать фрагменты древней эрозионной сети.

В позднем миоцене — позднем плиоцене Горный Крым представлял собой холмистую гряду, слабо расчлененную эрозионной сетью. Суммарный итог поднятий этого периода, прерывавшихся кратковременными опусканиями, составляет 1000 м. В ходе поднятий возникли условия для интенсивного вытеснения седиментационных вод из верхнеюрской карбонатной толщи и промывки ее пресными инфильтрационными водами. На структурно-денудационном рельефе плато сформировалась эрозионная сеть. Возникли условия для концентрации стока и образования пещер и шахт-поноров. Развитие карстовых водоносных систем и концентрация подземного стока продолжались в антропогене, в завершающую стадию сводовых поднятий.

В среднем плейстоцене началось формирование нивально-коррозионных полостей на плато и коррозионно-эрозионных полостей на крутых бортах горных массивов. Развитие карстовых полостей всех генетических классов происходило на фоне прогрессирующего рассредоточения поверхностного стока и частых изменений климатических условий, связанных с оледенениями на Восточно-Европейской равнине. Ритмичность спелеогенеза и спелеолитогенеза — одно из ярких свидетельств связи развития карстовых процессов с изменениями физико-географических и климатических условий Горного Крыма в позднем плиоцене — антропогене [80].

Геологические, гидрогеологические, карстологические и биологические обоснова-

Таблица
по высоте

Высоты
1200—1400
1100—1200
1000—1100
900—1000
800—900
700—800
600—700
500—600
400—500
300—400
Берег

Примечание:
пещеры

ния приемы
тропогенно
стей Горно
в работе [7
но лишь на
зи карстов
онного клас
Для Горно
пытка М. В.
[184] корре
логическим
рех речных
смотренных
дится в наст
жи-Коба на
стоянки свя
работанным
долин тран
Внутреннюю
в настоящее
четыре, а
[38]. Археол
ний была
тике С. Н. Е

В Горно
источников,
склон, 19 пе
оужный скл
положенных
зонтальным
Большинств
высоте 700
700 м, где
верховьям
ных терра

и (40—50° С), об-
шпата и ангидрита.
формированные на
льба—миоцена, не
времени. Они были
процессами денуда-
ых карстовых рай-
чатой области со-
мм/год [76].
ости второго эта-
мощность уничто-
стняков могла до-
стках горных мас-
ды сталагмитовых
водораздельных
Никитского и Ча-
озволяют рекон-
древней эрозион-

позднем плиоце-
влял собой хол-
счлененную эро-
ий итог поднятий
нихся кратковре-
ставляет 1000 м.
условия для ин-
дIMENTационных
натой толщи и
фильтрационны-
денудационном
алась эрозион-
для concentra-
пещер и шахт-
ых водоносных
дземного стока
е, в завершаю-
ятий.
началось фор-
зионных поло-
ино-эрозионных
горных масси-
лостей всех ге-
дило на фоне
очения поверх-
енений клима-
х с оледене-
ской равнине.
спелеолитоге-
тельств связи
ров с измене-
х и климати-
ма в позднем
гические, кар-
ие обоснова-

Таблица 12. Распределение пещер Крыма по высоте заложения

Высотная ступень, м	Северный склон	Плато	Южный склон
1200—1300	2	6	1
1100—1200	—	5	—
1000—1100	2	28	3
900—1000	10	56	4
800—900	—	21	3
700—800	9	5	1
600—700	1 * + 3	—	1
500—600	7 *	6	2
400—500	1 *	—	2 *
300—400	3 *	—	2
Всего	38	127	19

Примечание: Звездочкой отмечены обводненные пещеры.

ния преимущественного позднемioцен-ан-
тропогенного возраста карстовых поло-
стей Горного Крыма подробно рассмотрены
в работе [70]. Остановимся более деталь-
но лишь на одной стороне проблемы — свя-
зи карстовых полостей коррозионно-эрози-
онного класса с уровнями речных террас.
Для Горного Крыма широко известна по-
пытка М. В. Муратова и Н. И. Николаева
[184] коррелировать уровни пещер с архео-
логическими находками и уровнями четы-
рех речных террас. К сожалению, из 13 рас-
смотренных ими стоянок лишь одна нахо-
дится в настоящей карстовой пещере Ад-
жи-Коба на Главной гряде. Остальные
стоянки связаны с гротами и навесами, вы-
работанными в основании крутых склонов
долин транзитных рек, пересекающих
Внутреннюю горную гряду. Кроме того,
в настоящее время в Крыму выделяют не
четыре, а шесть уровней речных террас
[38]. Археологическая часть этих построе-
ний была подвергнута справедливой кри-
тике С. Н. Бибиковым [18].

В Горном Крыму известно 38 пещер-
источников, открывающихся на северный
склон, 19 пещер-источников, выходящих на
южный склон, и 127 вскрытых пещер, рас-
положенных на плато, с крупными гори-
зонтальными ходами на дне (табл. 12).
Большинство пещер (85%) заложено на
высоте 700—1300 м. В зоне высот 300—
700 м, где располагаются расходящиеся к
верховьям веера эрозионно-аккумулятив-
ных террас крымских рек, заложено 15%

полостей, причем половина из них современные обводненные полости. Таким образом, вряд ли можно судить о прямых связях пещер Крыма с определенными геоморфологическими уровнями.

Сложное блоковое строение Главной гряды, отсутствие сплошной прокарстованности известняков до цокольного водоупора, формирование карстовых полостей под влиянием местного поверхностного стока обуславливают различное высотное положение карстовых пещер и не позволяют использовать речные террасы как эталоны для датировки пещер. Единственной пещерой, для которой, по-видимому, удалось установить определенную связь с террасовыми уровнями, является Красная. Шесть ее этажей, имеющих средние превышения один над другим 7—10 м, по палеозоологическим данным синхронны с шестью террасами Салгира. При этом предполагалось, что синхронные подземные и поверхностные отложения Красной пещеры и р. Салгира в гипсометрическом отношении «разорваны» на 50—150 м. На протяжении позднего плиоцена—антропогена Красная пещера была «подвешена» в борту Долгоруковского массива, а ее этажи, отставая в углублении от синхронных террас Салгира, никогда с ними непосредственно не смыкались [70, 80].

Новейшие исследования района Красной пещеры, в частности открытие сифонных каналов пещеры Алешина Вода, а также дискуссия по поводу происхождения Красной пещеры, развернувшаяся с чехословацкими (А. Дроппа) и польскими (Зб. Вуйчик) коллегами, позволяют сформулировать новую гипотезу образования этажей этой пещеры. Этажи представляют собой сифонные каналы, проработанные не в зоне аэрации, а в зоне полного насыщения в то время, когда Салгирская котловина до абсолютных отметок 600—650 м была еще заполнена нижнемеловыми отложениями. «Этажи» Красной пещеры в таком случае синхронизируются с этапами смыва некарстующихся отложений в позднем миоцене — позднем плиоцене. Эта гипотеза объясняет некоторые неясные детали морфологии Красной пещеры, наличие отложений туфов только у нижнего ее входа, морфологическое сходство отдельных участков с галереями пещеры Ени-Сала-III и др. Очевидно, для решения данной проблемы

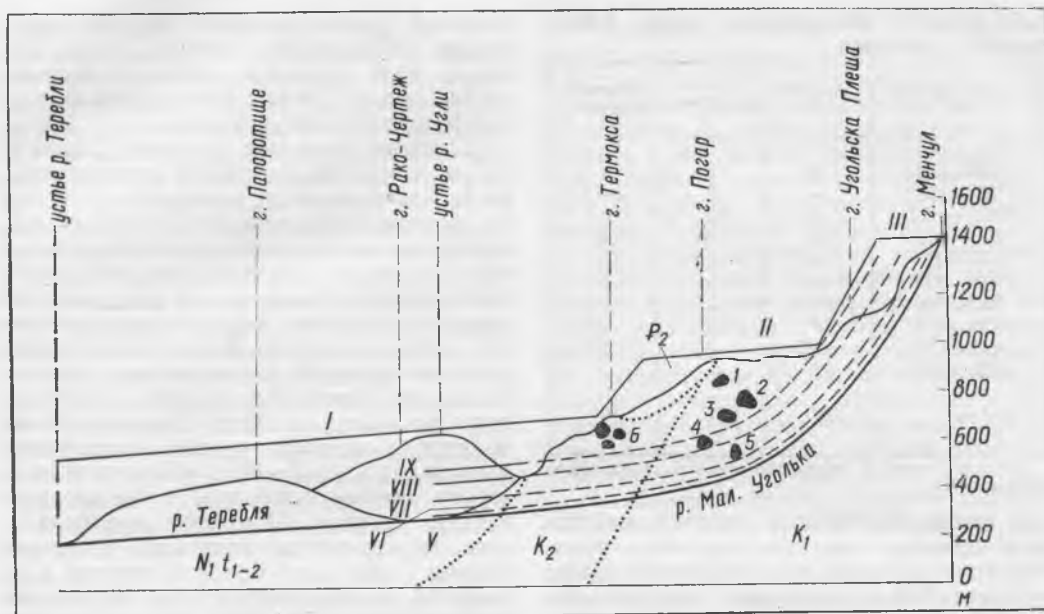


Рис. 69. Высотное положение поверхностей выравнивания, террасовых уровней и карстовых полостей Утесового района.

Поверхности выравнивания [55]: I — Кичерская; II — Подполонинская; III — Урду. V—IX — прослеженные и реконструированные террасы [126]. Карстовые полости в известняковых блоках: 1 — группа Чурь; 2 — группа Молочный Камень; 3 — Гребень; 4 — группа Вив; 5 — Дружба; 6 — группа Термокса

нужны дополнительные исследования, в том числе абсолютные датировки возраста натеков из всех шести этажей Красной пещеры.

Время формирования карстовых полостей Карпатской карстовой области пока можно установить только на основании геоморфологического анализа. Карстовые полости Утесовой зоны заложены в изолированных блоках верхнеюрских известняков, заключенных в слабодопроницаемую толщу аргиллитов и песчаников. Очевидно, что активное закарстование началось только после вскрытия известняков при денудационном выравнивании или эрозионном расчленении горного сооружения.

Этапы поднятия и денудационного среза Карпат в неогене фиксируют поверхности выравнивания (рис. 69) [55]. Во время формирования последних известняковые утесы Угольского участка еще не были вскрыты. Поэтому их закарстование в позднем тортоне — раннем миоцене вряд ли возможно. Позднеплиоцен-голоценовый этап сводовых поднятий можно восстано-

вить, анализируя особенности морфологии долин карпатских рек [126]. Наиболее высоко расположенные утесы Чурь, Молочный Камень, Гребень могли быть вскрыты эрозией при формировании уступа IX тер-

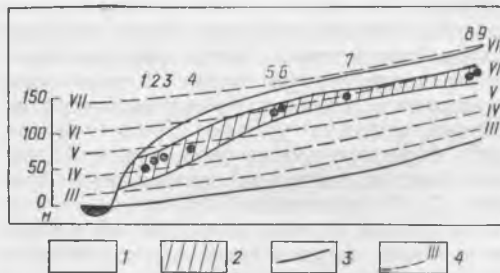


Рис. 70. Схема расположения речных террас и карстовых полостей междуречья Серет — Збруч:

1 — некарстующиеся отложения; 2 — гипсы и ангидриты; 3 — продольный профиль р. Серет; 4 — продольные профили террас р. Серет (по цоколю). Пещеры (цифры на схеме): 1 — На Хомах; 2 — Кристальная; 3 — Глинка; 4 — Юбилейная; 5 — Оптимистическая; 6 — Озерная; 7 — Вертеба; 8 — Млынки; 9 — Угринь

расы в
стоцеве
вскрыты
и VII т
ранний
Кар
Подолни
те над
По-види
ные га
гимисты
ли фо
уступа VI
Криста
нее об
ле обра
террас
дельные
дрениро
а пеще
развития
и запол
плиocene
рены в р
необход
хорошо по
следования
ной и Зо
рирование
кишева
А. Г.
И. М. Гу
формиро
началось в
превышае
вает образ
с поглощ
водосбор
ходившем
с его пред
Подолни
долин, а
являются
а). И. М.
образова
ных вод
ском-ран
тальном
направле
разован
азрации.
Автор
обе гипс
ности ра
тер запе

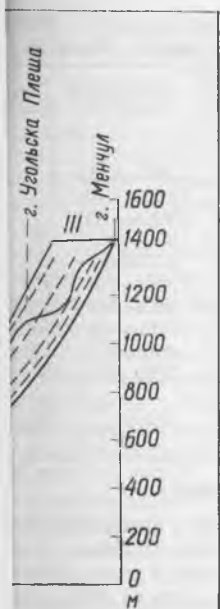


Рис. 70. Профиль и карстовых полостей Подольи. 1 — прослеженные и река Чурь; 2 — группа Мо-

ности морфологии [26]. Наиболее высокие Чурь, Молочи были вскрыты при уступа IX тер-

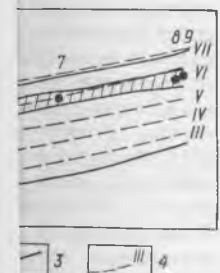


Рис. 71. Схема развития карстовых полостей Подольи. 1 — некарстовые породы; 2 — ратинские хемогенные известняки и гипсы; 3 — источники и направления движения воды; 4 — карстовые полости и зоны образования карбонатных натечков. I—III — фазы развития пещер, по Л. Якучу

2 — гипсы и ангидриды. Серет; 4 — продольные доколы. Пещеры: 1 — Хомы; 2 — Кристальная; 3 — Оптимистическая; 4 — Млынские; 5 —

расы в позднем плиоцене — раннем плейстоцене. Пещеры утесов Вив и Дружба вскрыты при формировании уступов VIII и VII террас, что позволяет датировать их ранним — средним плейстоценом [89].

Карстовые пещеры Приднестровской Подольи расположены на различной высоте над дном долины р. Серета (рис. 70). По-видимому, они разновозрастны. Основные галереи пещер Млынские, Угринь, Оптимистической и Озерной, вероятно, начали формироваться не ранее возникновения уступа VI террасы; пещеры Юбилейная, Кристальная, Глинка, На Хомы — не ранее образования уступа V—IV террас. После образования уступа III и более молодых террас Днестра и его притоков водораздельные пространства были уже глубоко дренированы, толща гипсов обезвожена, а пещеры перешли в субэвральную стадию развития. Основные этапы формирования и заполнения карстовых полостей района в плиоцене — антропогене детально рассмотрены в работе [87]. Очевидно, не было бы необходимости возвращаться к этой схеме, хорошо подтвердившейся при новейших исследованиях пещер Оптимистической, Озерной и Золушки, если бы не полное игнорирование ее в обзорных работах А. Г. Чикишева [264] и Л. Якуча [298].

А. Г. Чикишев на основании работ И. М. Гуневского [61—63] считает, что формирование гипсовых пещер Подольи началось в позднем миоцене, а их возраст превышает 2—10 млн. лет. Л. Якуч связывает образование пещерных лабиринтов с поглощением стока местных питающих водосборов («автогенный карст»), происходившем в несколько фаз. В соответствии с его представлениями карстовые пещеры Подольи как бы окаймляют склоны речных долин, а приводораздельные пространства являются областями их питания (рис. 71, а). И. М. Гуневский полагает, что пещеры образовались вследствие движения подземных вод в вертикальном (на позднеарматском — раннеплиоценовом этапе) и горизонтальном (на позднеплиоценовом этапе) направлениях; Л. Якуч — что пещеры образованы инфлюационным путем в зоне аэрации.

Авторы настоящей книги считают, что обе гипотезы не могут объяснить особенности расположения, морфологии и характер заполнения гипсовых пещер Подольи.

Прежде всего, полости располагаются не вдоль бортов долин, а под местными зачашую очень широкими (до 5 км) водоразделами. Нынешние входы в пещеры находятся на днищах или в бортах провальных (Угринь), коррозионных (Вертеба) или коррозионно-суффозионных воронок (Озерная) либо являются поглощающими понорами поверхностных водотоков высших порядков, прорезавших покрывающие некарстовые отложения (Оптимистическая).

Схема Л. Якуча объясняет развитие полости в одну сторону от такого понора (к ближайшему эрозионному врезу). Между тем все рассмотренные пещеры развиты

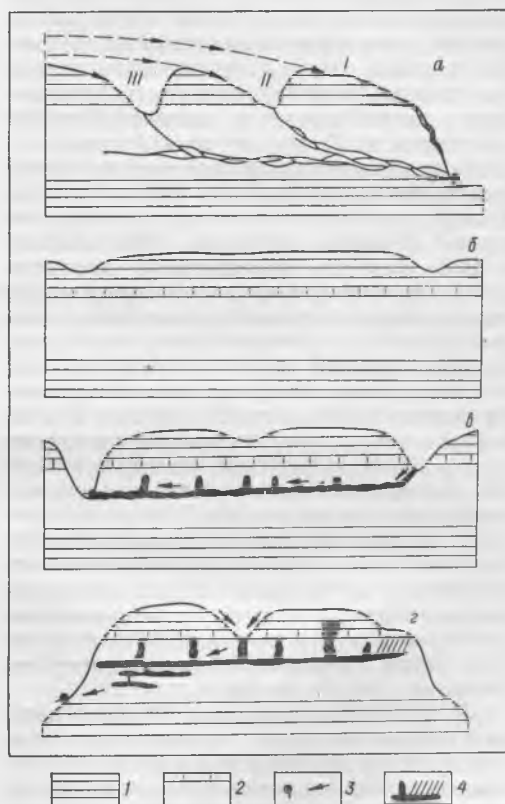


Рис. 71. Схема развития карстовых полостей Приднестровской Подольи (а — по Л. Якучу [298]; б — г — по В. Н. Дублянскому [78]):

1 — некарстовые породы; 2 — ратинские хемогенные известняки и гипсы; 3 — источники и направления движения воды; 4 — карстовые полости и зоны образования карбонатных натечков. I—III — фазы развития пещер, по Л. Якучу

во все стороны от входов, что убедительно свидетельствует о вторичном происхождении входов (рис. 20, 21). Вертикальная фильтрация через толщу 15—45-метровых перекрывающих верхнетортонских и нижнекарматских отложений практически исключена. Об этом свидетельствует морфология пещер: немногочисленные вертикальные каналы-камины в пещерах Кристальной, Млынки, Озерной, Оптимистической, Юбилейной кончаются слепо у подошвы ратинских хомогенных известняков или образуют сферические купола суффозионного происхождения в толще багрянковых известняков. Даже там, где перекрывающие некарстующиеся породы уничтожены денудацией до кровли ратинских известняков (структурные террасы над северной частью Кристальной пещеры) или до кровли гипсов (пещера Вертеба), повсеместная фильтрация после дождей и таяния снега не наблюдается. Только в зонах тектонической трещиноватости отмечается интенсивный капез (зал Капитана Немо, Озерная пещера) или образование карбонатных натеков (пещеры Млынки, Кристальная и др.). Наконец, лабиринтовый характер пещер, пересечение их ходов под острыми углами, наличие разнообразных ниш и слепых куполов, каменных арок в сводах, сочетание широких и узких участков — все это бесспорные морфологические признаки формирования пещер Подолии в зоне полного насыщения. Этажность некоторых пещер (Оптимистическая, Озерная, Млынки) свидетельствует о постоянном снижении уровня подземных вод.

В какой же палеогидрогеологической ситуации было возможно образование этих гигантских лабиринтов? Используя иллюстративную схему, предложенную Л. Якучем, можно предположить следующие этапы развития большинства пещер Подолии (рис. 71, б—г).

Поздний плиоцен (рис. 71, б). Толща карстующихся пород перекрыта мощным чехлом некарстующихся отложений. На поверхности зарождаются эрозионные врезь северо-восточного простирания.

Поздний плиоцен-ранний плейстоцен (рис. 71, в). На фоне общего поднятия юго-западной части Восточно-Европейской платформы на 30—40 м в гипсах и перекрывающих породах формируется (оживляется) трещиноватость северо-восточного

и северо-западного направлений. Левые притоки Днестра врезаются в карстующиеся породы на разную глубину, обусловленную размерами водосборных площадей. Возникают условия для инфлюации подземного стока в толщу гипсов и формирования подземных потоков, пересекающих водораздельные пространства. В условиях полного насыщения происходит заложение лабиринтовой сети пещер и рост напорных куполов в их сводах.

Средний-поздний плейстоцен (рис. 71, г). Транзитные реки полностью прорезали гипсовую толщу и вошли в некарстующиеся отложения. При этом на отдельных участках образовались этажи пещер, купола-камины вскрыли снизу толщу ратинских известняков, в отдельных местах вошли в перекрывающую толщу багрянковых известняков. На участках развития структурных террас в пещерах образовались известковые натеки. Притоки транзитных рек прорезали водораздельные пространства. Возникли слепые долины, через поглоители которых в карстовые полости, находящиеся на субэвальной стадии развития, поступает незначительный поверхностный сток с местных питающих водосборов. Лишь в некоторых пещерах, расположенных в особо благоприятных условиях питания, существуют постоянные водоемы (пещера Озерная).

Таким образом, «фазы» гидрографического развития пещер Подолии, в понимании Л. Якуча, — это лишь заключительные фрагменты позднеплейстоценового этапа развития карста района. Изучение морфологии и особенностей заполнения галерей северо-восточного и северо-западного простирания в сочетании с детальным анализом истории развития рельефа позволяет выделить ряд этапов и фаз развития пещер Подолии. Более подробно эти вопросы изложены в монографии В. Н. Дублянского и Б. М. Смольникова [87].

Для обоснованного выделения этапов и фаз развития подземного карста в других карстовых областях Украины имеющихся материалов не достаточно. Карстологический анализ свидетельствует об их преимущественном среднеплиоцен-антропогеновом возрасте. Эта проблема нуждается в дальнейшей теоретической разработке и обосновании новыми фактическими материалами.

лений. Левые
в карстующие-
ну, обусловлен-
ых площадей.
флюации под-
ов и формиро-
пересекающих
на. В условиях
дит заложение
рост напорных

цен (рис. 71, з).
прорезали гип-
карстующиеся
отдельных уча-
пещер, купола-
ищу ратинских
естах вошли в
ряжковх изве-
ития структур-
зовались изве-
ранзитных рек
пространства.
через поглоти-
полости, нахо-
адии развития,
поверхностный
х водосборов.
к, расположен-
к условиях пи-
нные водоемы

гидрографиче-
лии, в понима-
акключительные
енового этапа
учение морфо-
инения галерей
западного про-
альным анали-
ефа позволяет
з развития пе-
но эти вопросы
И. Дублянского

ления этапов и
арста в других
ны имеющих
Карстологи-
об их преиму-
антропогеном
дается в даль-
ботке и обос-
кими материа-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетние комплексные исследования карстовых полостей Украины позволили сделать ряд важных в научно-теоретическом отношении выводов о закономерностях развития карста и полостей и их значении. Существенно изменились представления о масштабах развития подземного карста на Украине. Из 950 исследованных полостей свыше 850 представляют собой совершенно новые объекты. Пещеры и шахты есть почти во всех карстовых областях республики.

В результате изучения подземного карста выявлена прямая зависимость его развития от литологии, структурных условий, гидрогеологии, истории геологического развития территории, неотектонических движений, от физико-географических и геоморфологических условий, а также от интенсивности воздействия человека на ландшафт, подземные и поверхностные воды.

Комплексные исследования карстовых пещер и шахт дали обширные новые материалы по стратиграфии, литологии, тектонике, геоморфологии, палеогеографии и гидрогеологии карстовых областей республики.

Разработана и апробирована в различных природных условиях методика комплексного изучения карста и полостей. Предложена перфокарта для ведения кадастра карстовых полостей. Разработана генетическая классификация карстовых полостей, основанная на взаимном наложении в пространстве и времени коррозионного, эрозийного и гравитационного процессов. Установлены наиболее вероятные участки заложения карстовых полостей разных генетических классов, а также особенности их распределения на различных элементах деструктивного рельефа, при неодинаковых условиях залегания и текстурных свойствах карстующихся пород.

Определено гидрогеологическое значение коррозионно-гравитационных, нивально-коррозионных и коррозионно-эрозийных полостей. Показано, что большинство полостей коррозионно-эрозийного класса формировалось под воздействием древних или современных, транзитных или местных поверхностных водотоков. Изучение этих полостей является ключом к пониманию палеогидрогеологических условий и современных гидрогеологических особенностей отдельных карстовых районов.

Установлена многофазность формирования карстовых полостей платформенной и горно-складчатой зон УССР, время и палеогидрогеологические условия формирования крупнейших пещер Украины.

Охарактеризованы распространение, гранулометрический, минеральный и химический составы разных типов пещерных отложений. Предложены методы использования материалов спелеоседиментологических исследований для характеристики палеогеографических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий карстовых областей. Эти сведения можно использовать при поисках полезных ископаемых в соответствующих геологических регионах.

Показано, что для большинства исследованных карстово-спелеологических районов Украины характерны изолированные водотоки и динамические, быстро срабатывающиеся и восполняющиеся запасы подземных вод. Участки древней и современной обводненности локализуются в приразломных зонах. Приведены новые фактические данные об условиях формирования, движения и разгрузки карстовых вод, об особенностях их режима.

Прослежены пути метабензоза химического состава карстовых вод от атмосферных, инфильтрационных и инфилюационных вод, через снег и лед карстовых полостей до вод непроточных и проточных озер, подземной химической денудации и скорости развития карста для различных районов. Введено понятие о вертикальном и горизонтальном градиентах выщелачивания. Показано, что они являются чувствительными индикаторами направленности геохимических процессов в закарстованных блоках.

Рассмотрены особенности использования пещер Украины человеком и животными, разработана тафономическая классификация местонахождений ископаемых позвоночных, изложены возможности использования пещер для спелеотерапии.

Исследования 1958—1978 гг. носили в основном маршрутный характер и лишь в отдельных случаях полустационарный. Не

все обнаруженные карстовые полости были изучены разными специалистами одинаково детально. Наконец, в связи с общим развитием спелеологии в СССР и за рубежом были предложены новые, весьма перспективные методики исследований, еще не апробированные в карстовых областях Украины. Это определяет задачи дальнейших исследований на ближайшее десятилетие:

1. Организация гидрогеологических стационаров в наиболее крупных обводненных пещерах (Красной и Скельской в Крыму, Озерной на Подолии, Дружбе в Карпатах); разработка теоретических основ гидрогеологии карстовых областей как специфического раздела общей гидрогеологии.

2. Завершение разработки теории спелеогенеза, учитывающей новейшие данные об особенностях заложения, условиях формирования и заполнения, морфологии и гидрогеологии карстовых полостей Украины, Кавказа, Урала, Саян и других карстовых регионов СССР.

3. Изучение различных типов пещерных отложений с использованием методов абсолютной датировки и определения палеотемпературных условий образования.

4. Изучение микроклимата типичных карстовых полостей Крыма, Подолии, Карпат (температурного, влажностного и газового режимов, особенностей теплопереноса и др.).

5. Изучение археологии и биологии пещер (проведение раскопок по всей мощности рыхлого заполнителя, поиски наскальных рисунков, новых местонахождений ископаемых позвоночных, изучение наземной и водной спелеофауны, растительного и бактериального мира пещер).

6. Разработка и проведение мероприятий по охране и использованию карстовых полостей в народном хозяйстве (оборудование пещер для туризма, экскурсий, в качестве подземных музеев, алергологических и противоастматических лечебниц и др.; разработка основ инженерной спелеологии, призванной обеспечить рентабельное и безаварийное оборудование и эксплуатацию естественных и искусственных подземных полостей).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альбов С. В. О геотермических условиях Крыма.— В кн.: Строение Черноморской впадины. М.: Наука, 1966, с. 127—131.
2. Альбов С. В., Мелешин В. П. Закарстованность территории Равнинного Крыма.— В кн.: Проектирование, строительство и эксплуатация земляного полотна в карстовых районах. М.: Транспорт, 1968, с. 69—73.
3. Апостолук В. В. О возможности использования Кристальной пещеры в лечебных целях.— Пещеры, 1972, вып. 12/13, с. 224—225.
4. Апостолук В. В., Горбенко П. П. Влияние микроклимата пещер Подолии на организм человека при спелеологических исследованиях.— Пещеры, 1974, вып. 14/15, с. 198—200.
5. Апостолук В. В., Горбенко П. П. Новые исследования пещеры Озерная.— Землеведение, 1976, 9, с. 160—162.
6. Апостолук В. В., Горбенко П. П., Зиммельс Ю. Л. и др. Новые данные об Озерной пещере Подолии.— Пещеры, 1972, вып. 12/13, с. 82—85.
7. Аронов М. П., Сотников П. С. Подводные исследования в пещерах.— В кн.: Развитие морских подводных исследований. М.: Наука, 1965, с. 42—52.
8. Бабушкин В. Д., Лебедянская З. П., Леви Л. З. Прогноз водопритоков в горные выработки и водозаборы подземных вод в трещиноватых и закарстованных породах.— М.: Недра, 1972.— 196 с.
9. Бадер О. Н. Методика поисков и археологического обследования пещер, скальных ниш и навесов.— Методика изуч. карста, 1963, вып. 9, с. 59—69.
10. Баулин Ю. И., Дублянский В. Н. Сейсмические исследования в пещере Эгиз-Тинах-I в Горном Крыму.— Пещеры, 1971, вып. 10/11, с. 158—161.
11. Бачинский Г. А., Дублянский В. Н. Новые данные о захоронениях ископаемых позвоночных в карстовых полостях Горного Крыма.— В кн.: Труды Комплексной карстовой экспедиции. Киев: Изд-во АН УССР, 1963, вып. 1, с. 93—105.
12. Бачинский Г. А., Дублянский В. Н. О времени и палеогеографической обстановке образования глубинных карстовых полостей Крыма.— В кн.: Природная обстановка и фауны прошлого. Киев: Наук. думка, 1968, с. 79—101.
13. Бачинський Г. О. Тафономічні особливості Одеського печерного місцезнаходження середньопліоценових хребетних.— Доп. АН УРСР, 1965, № 6, с. 774—776.
14. Бачинський Г. О. Тафономія антропогенових і неогенових місцезнаходжень хребетних України.— К.: Наук. думка, 1967.— 132 с.
15. Бачинський Г. О. Тафономічна характеристика місцезнаходжень викопних хребетних

- в карстовых пещерах Украины.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 153—159.
- ✓ 16. *Бачинський Г. О., Татаринів К. А.* Тафonomічні особливості Нижньокривченського печерного місцезнаходження.— Доп. АН УРСР, 1966, № 10, с. 1348—1351.
 17. *Бельтюков Г. В.* Соляной карст Донбасса.— Вопр. карстоведения, 1969, вып. 1, с. 112—116.
 - 18. *Бибииков С. Н.* О датировке и реконструкции палеолитических убежищ.— Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, 1957, № 21, с. 46—52.
 19. *Биндеман Н.* Новая пещера на Чатырдаге.— Крым, 1925, № 1, с. 65.
 20. *Биндеман Н., Зимин Н.* Море и горы.— В кн.: Материалы для геологических экскурсий в Крыму. М., 1926, с. 65—66.
 - ✓ 21. *Бирштейн Я. А.* Некоторые итоги изучения подземной фауны Крыма.— В кн.: Труды Комплексной карстовой экспедиции АН УССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1963, вып. 1, с. 123—133.
 - ✓ 22. *Бирштейн Я. А., Левушкин С. И.* Подземная фауна Русской равнины.— В кн.: Вопросы изучения карста Русской равнины. М.: Моск. о-во испытателей природы. М., 1966, с. 115—120.
 23. *Васильев И. Н.* Особенности обводнения карбонатных толщ в Горном Крыму.— Вопр. гидрогеологии и инж. геологии Украины, 1971, вып. 3, с. 85—91.
 24. *Васильевский П. М., Желтов П. И.* Гидрогеологические исследования горы Чатырдаг в 1927 г.— Тр. Всесоюз. геол.-развед. объединения, 1932, вып. 142, с. 1—99.
 25. *Верболоз С. Е.* О карсте в Донецкой области.— Бюл. НТИ / М-во геологии и охраны недр СССР, 1958, № 5, с. 9—11.
 26. *Вистенгаузен В. К., Дмитриев В. Е.* Оледенение карстовых пещер СССР.— В кн.: Мероприятия по повышению устойчивости земляного полотна в карстовых районах БАМ. Красноярск, 1977, с. 66—67.
 - 27. *Воинственский М. А.* Ископаемая орнитофауна Крыма.— В кн.: Труды Комплексной карстовой экспедиции АН УССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1963, вып. 1, с. 106—122.
 28. *Вишивков Ф. Н.* Звери.— Симферополь: Крым, 1964.— 60 с.
 29. *Габлицль К.* Физическое описание Таврической области по ее местоположению и по всем трем царствам природы.— СПб.: Император. акад. наук, 1785.— с. 198.
 - 30. *Галимов Э. М.* О роли почвенной CO_2 в процессе поверхностного выщелачивания карбонатов.— В кн.: Вопросы промышленной геофизики. М.: Недра, 1967, с. 52—58. (Тр. Моск. ин-та нефтехим. и газовой пром-сти).

31. Гапонов Е. А. Следы карстовых явлений в понтических известняках юга Украинской ССР.— Тр. Одес. ун-та, 1954, 2, с. 7—19.
32. Гвоздецкий Н. А. Карст.— М.: Географгиз, 1954.— 350 с.
33. Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практика.— М.: Мысль, 1972.— 392 с.
34. Гвоздецкий Н. А., Лаптева Н. Н., Ступишин А. В., Торсуев Н. П. Проблемы карста Русской равнины.— В кн.: Карст равнинных территорий Европейской части СССР. Казань, 1974, с. 1—36.
35. Гвоздецкий Н. А., Чикишев А. Г. Районирование карста Русской равнины.— В кн.: Вопросы изучения карста Русской равнины. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1966, с. 13—22.
36. Гейгер Р. Микроклимат пещер.— В кн.: Климат приземного слоя воздуха. М.: Изд-во иностр. лит., 1960, с. 22—67.
37. Геологический словарь.— М.: Недра, 1973.— Т. 1—2.
38. Геология СССР. Т. 8. Крым.— М.: Недра, 1969.— Ч. 1. 575 с.
39. Геология СССР. Т. 28. Карпаты.— М.: Недра, 1966.— Ч. 1. 538 с.
40. Гергедава Б. А. Комплексная характеристика природных условий пещер Одиши: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук.— Тбилиси, 1968.— 20 с.
41. Гидрогеология СССР. Т. 5. Украинская ССР.— М.: Недра, 1971.— 470 с.
42. Гидрогеология СССР. Т. 8. Крым.— М.: Недра, 1970.— 364 с.
43. Гладилин В. Н., Пашкевич Г. А. Палеогеография среднего и позднего юрм Закарпатья по данным исследований в пещере Молочный Камень.— В кн.: Палеоэкология древнего человека. М.: Наука, 1977, с. 106—112.
44. Глухов И. Г. Гидрогеологические признаки типов карста Горного Крыма. Новости карстосведения и спелеологии, 1961, № 2, с. 30—35.
45. Глухов И. Г. Роль конденсации в балансе карстовых вод горных сооружений (на примере Горного Крыма).— Изв. вузов. Сер. геология и разведка, 1965, № 3, с. 21—28.
46. Голов А. Е., Коломенский Н. В., Смирнов Л. Н. Вопросы унификации инженерно-геологических исследований.— М.: Недра, 1964.— 37 с.
47. Головкинский Н. А. Наблюдения над осадками в почве.— Симферополь, 1896.— 6 с.
48. Головцын В. Н., Смольников Б. М., Дублянский В. Н., Иванов Б. Н. Применение геоэлектрических исследований к решению основных проблем карста Горного Крыма.— Киев: Наук. думка, 1966.— 152 с.
49. Голод В. М. Методика исследования микроклимата пещер.— В кн.: Пещеры Пине-

- го-Северодонецкого района, 1974, с. 1—10.
50. Гончаренко В. П. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
51. Гончаренко В. П. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
52. Горбенко П. П. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
53. Гордеев В. В. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
54. Горшков Г. П. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
55. Гофштейн И. И. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
56. Гофштейн И. И. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
57. Григорьев Г. Г. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
58. Григорьев Д. Д. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
59. Григорьев Д. Д. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
60. Грищенко Н. Н. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
61. Гуневский Г. Г. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
62. Гуневский Г. Г. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
63. Гуневский Г. Г. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.
64. Дахнов В. В. Карст в Украинском провозе.— В кн.: Карст в Украинской ССР, 1956.

карстовых явлений
на юге Украин-
та, 1954, 2, с. 7—

— М.: Географгиз,

мы изучения кар-
сль, 1972.— 392 с.
ва Н. Н., Ступи-
П. Проблемы кар-
кн.: Карст рав-
юпейской части
36.

ев А. Г. Райони-
равнины.— В кн.:
Русской равни-
та, 1966, с. 13—

пещер.— В кн.:
оздуха. М.: Изд-
— 67.

Л.: Недра, 1973.—

ым.— М.: Недра,

таты.— М.: Нед-

сная характери-
пещер Одиши:
гр. наук.— Тби-

5. Украинская
70 с.
8. Крым.— М.:

Г. А. Палеогео-
о вюрма Закар-
паний в пещере
Палеоэкология
та, 1977, с. 106—

ческие признаки
а. Новости кар-
1961, № 2, с. 30—

ации в балансе
жений (на при-
в. вузов. Сер.
№ 3, с. 21—28.

Н. В., Смир-
ации инженер-
ний.— М.: Нед-

ения над осад-
з, 1896.— 6 с.

з Б. М., Дуб-
И. Применение
ий к решению
Горного Кры-
6.— 152 с.

дования мик-
пещеры Пине-

го-Северодвинской карстовой области. Л.,
1974, с. 23—26.— (Геогр. о-во СССР).

50. Гончаренко М. П. Карст Нижнего Придне-
провья.— В кн.: Вопросы карста на юге Ев-
ропейской части СССР. Ялта: Изд-во АН
УССР, 1956, с. 157—179.

51. Гончаренко М. П., Франчук В. П. Карст
Північного Причорномор'я.— Фіз. географія
та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 109—
132.

52. Горбенко П. П., Апостолук В. В. Состоя-
ние спелеотерапии в СССР.— Пещеры,
1976, вып. 16, с. 156.

53. Гордиевич В. А., Куришко В. А., Лыча-
гин Г. А., Ткачук В. Г. Гидрогеология Кры-
ма и перспективы его нефтегазоносности.—
Киев: Изд-во АН УССР, 1963.— 139 с.

54. Горшков Г. П., Левицкая А. Я. Некоторые
данные по сейсмостектонике Крыма.— Бюл.
Моск. о-ва испытателей природы. Сер. геол.,
1947, 22, № 3, с. 47—52.

55. Гофштейн И. Д. Неотектоника Карпат.—
Киев: Изд-во АН УССР, 1964.— 181 с.

56. Гофштейн И. Д. О возрасте натечных об-
разований Локитской пещеры.— Пещеры,
1969, вып. 7, с. 61—62.

57. Григорьев Г. П. Культура первобытного
человека и природная среда.— В кн.: При-
рода и развитие первобытного общества.
М.: Наука, 1969, с. 39—56.

58. Григорьев Д. П. Минералогические отвесы
и уровни.— Природа, 1948, № 3, с. 37—38.

59. Григорьев Д. П. О программе занятий по
минералогии пещер.— Пещеры, 1965, вып. 5,
с. 189—190.

60. Грищенко Н. Ф., Сабов В. А. Особенно-
сти микроклимата соляных шахт и поселка
Солотвино Закарпатской области.— В кн.:
Влияние микроклимата Солотвинских соля-
ных шахт Закарпатя на больных бронхи-
альной астмой. Киев: Здоров'я, 1972, с. 21—
30.

61. Гуневский И. М. О Кривченской пещере в
гипсе.— Геогр. сб. Льв. ун-та, 1963, № 7,
с. 21—26.

62. Гуневский И. М. Млынковская пещера на
Подоллии.— В кн.: Развитие новых исследо-
ваний природных ресурсов. Одесса: Изд-во
Одес. ун-та, 1963, с. 37—39.

63. Гуньовський І. М. Характеристика та ви-
користання деяких печер західних обла-
стей України та питання їх охорони.— В
кн.: Охорона природи в західних областях
України. Львів: Вид-во Льв. ун-ту, 1966,
с. 249—254.

64. Дахнов В. Н., Копосов И. А., Ларио-
нов В. В., Лебедев А. П. Некоторые дан-
ные о физических свойствах закарстован-
ных карбонатных пород верхней юры Гор-
ного Крыма.— В кн.: Труды Комплексной
карстовой экспедиции АН УССР. Киев:
Изд-во АН УССР, 1963, вып. 1, с. 61—69.

65. Дзенс-Литовский А. И. Соляной карст
СССР.— Л.: Недра, 1966.— 165 с.

66. Дмитриев В. Н. Осмотр пещер во время
поездки на Чатырдаг.— Зап. Крым.-Кавказ.
горн. клуба, 1893, № 3, с. 18—26.

67. Домбровский О. И. Пещеры и урочище Ки-
зил-Коба в позднеантичный период.— В кн.:
Труды Комплексной карстовой экспедиции
АН УССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1963,
вып. 1, с. 152—164.

68. Драчук В. Шаг в неведомое.— Симфе-
рополь: Крым, 1971.— 100 с.

69. Дублянский В. Н. О роли снега в закар-
стовании и питании карстовых вод.— Изв.
АН СССР. Сер. геогр., 1963, № 2, с. 38—45.

70. Дублянский В. Н. Возраст глубинных кар-
стовых полостей Горного Крыма.— Пеще-
ры, 1966, вып. 6/7, с. 70—81.

71. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры Сред-
него Приднестровья.— В кн.: Вопросы изу-
чения карста Русской Равнины. М.: Моск.
о-во испытателей природы, 1966, с. 99—
109.

72. Дублянский В. Н. Глубинный карст Укра-
инских Карпат и их северного обрамле-
ния.— В кн.: Карпато-Балканская геологи-
ческая ассоциация: VIII конгр. Белград,
1967, т. 3, с. 25—32.

73. Дублянский В. Н. Температурный режим
карбонатной толщи главной горной гряды
Крыма.— Тр. Моск. ин-та нефтехим. и га-
зовой пром-сти, вып. 67, 1967, с. 164—172.

74. Дублянский В. Н. Гидролого-гидрогеологи-
ческая изученность Горного Крыма и не-
которые аспекты воднобалансовых расчетов
в карстовых областях.— В кн.: Тр. совещ.
по вопр. комплекс. изуч. режима поверх-
ност. и подзем. вод в карстовых р-нах.
Л.: Гидрометеозидат, 1969, с. 16—28.

75. Дублянский В. М. Конденсация влаги в
трещинно-карстовых коллекторах Гірського
Криму, Карпат та Придністровського По-
ділля.— Доп. АН УРСР. Сер. Б, 1970, № 1,
с. 14—17.

76. Дублянский В. Н. Генезис и гидрогеоло-
гическое значение крупных карстовых по-
лостей Украины: Автореф. дис. ... д-ра
геол.-минерал. наук.— Пермь, 1971, 43 с.

77. Дублянский В. Н. Кальцитовые натечные
плотины (гуры) Горного Крыма.— Пещеры,
1971, вып. 10/11, с. 57—62.

78. Дублянский В. М. Спелеотуризм.— Киев:
Здоров'я, 1973.— 69 с.

79. Дублянский В. Н. Классы и типы карсто-
вых полостей некоторых горных сооруже-
ний Альпийской складчатой области.— В
кн.: Материалы VIII и IX съездов Карпа-
то-Балканской геологической ассоциации.
Киев: Наук. думка, 1974, с. 178—186.

80. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и
шахты Горного Крыма.— Л.: Наука, 1977.—
182 с.

81. Дублянський В. Н. Проблема спелеогенеза.— В кн.: Вопросы общего и регионального карстования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977, с. 36—57.
82. Дублянський В. Н., Задорожная Л. П. Кальцитовые оолиты и пизолиты из карстовых полостей Украины.— В кн.: Вопросы минералогии осадочных образований. Львов: Изд-во Льв. ун-та, 1970, кн. 8, с. 54—60.
83. Дублянський В. М., Зенгіна С. М. Регіональні особливості розвитку карсту Гірсько-Кримської карстової області.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 74—91.
84. Дублянський В. М., Иванов Б. М. Карст Подільсько-Буковинської карстової області.— В кн.: Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 29—47.
85. Дублянський В. Н., Комарова М. В. Использование перфокарт при исследовании карстовых пещер и шахт.— В кн.: Информационно-поисковые системы в инженерной геологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975, с. 146—158.
86. Дублянський В. Н., Полканов Ю. И. Отложения карстовых полостей Крыма.— В кн.: Минералогия осадочных образований. Киев: Наук. думка, 1974, вып. 1, с. 83—98.
87. Дублянський В. Н., Смольников Б. М. Карстолого-геофизические исследования карстовых полостей Приднестровской Подолии и Покутья.— Киев: Наук. думка, 1969, с. 151.
88. Дублянський В. Н., Шутов Ю. И., Вознесенская И. Е. Условия формирования химического состава подземных вод в карбонатных массивах.— Докл. АН СССР, 1967, с. 175, № 4, с. 911—914.
89. Дублянський В. М., Шутов Ю. И. Происхождение та гідрогеологічні особливості глибинних карстових порожнин Українських Карпат.— В кн.: Природні умови та природні ресурси Українських Карпат. К.: Наук. думка, 1968, с. 166—174.
90. Дублянський В. Н., Шутов Ю. И., Приблуда В. Д. Индикаторные опыты в некоторых карстовых областях альпийской складчатой зоны юга СССР.— Изв. вузов. Сер. геология и разведка, 1975, № 7, с. 74—81.
91. Душевський В. П. Карстові порожнини Внутрішнього кустового пасма Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—118.
92. Душевський В. П. Про карстові колодязі Передгірного Криму.— Геогр. дослідження на Україні, 1975, вип. 4, с. 92—95.
93. Евстропов Н. Т., Никитин Г. А. Скельская сталактитовая пещера.— В кн.: Вопросы карста на юге Европейской части СССР. Ялта: Изд-во АН УССР, 1956, с. 119—130.
94. Забнин С. Н. Находки каменного века в Крыму.— Изв. Тавр. учен. арх. комис., 1918, № 54, с. 4—18.
95. Задорожная Л. П. Петрографо-минералогическая характеристика карстующихся карбонатных пород верхней юры юго-западной части Горного Крыма.— В кн.: Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии Украины. М.: Недра, 1971, вып. 3, с. 109—114.
96. Задорожная Л. П., Супрычев В. А. Гипергенный карбонат-апатит (подолит) из заполнителя карстовых полостей верхнеюрских известняков Горного Крыма.— Докл. АН СССР, 1971, № 5, с. 1142—1145.
97. Зайцев А. М. Из впечатлений поездки к пещерам Чатырдага.— Зап. Крым.-Кавказ. горн. клуба, 1906, № 9/12, с. 32—36.
98. Зайцев И. К. Вопросы изучения карста СССР.— Л.; М.: Госгеолгиздат, 1940.— 88 с.
99. Зверев В. П. Гидрохимические исследования системы гипсы — подземные воды.— М.: Наука, 1967.— 97 с.
100. Зубащенко М. А. Опыт районирования карста Восточно-Европейской равнины.— В кн.: Тез. докл. карстово-спелеол. конф. Пермь, 1947, с. 1—4.
101. Зуброва Е. А. Особенности гидрогеологии юго-восточной части Горного Крыма.— Изв. вузов. Сер. геология и разведка, 1959, № 6, с. 27—32.
102. Иванов Б. Н. Об очередных задачах советского карстования на юге Европейской части СССР.— В кн.: Вопросы карста на юге Европейской части СССР. Ялта: Изд-во АН УССР, 1956, с. 3—9.
103. Иванов Б. Н. О типологии карстового рельефа равнин на примере Подольско-Буковинской карстовой области.— В кн.: Вопросы карста на юге Европейской части СССР. Ялта: Изд-во АН УССР, 1956, с. 26—38.
104. Иванов Б. Н. Карстовые явления на территории Украины и их народнохозяйственное значение.— В кн.: Тр. I гидрогеол. совещ. Киев: Изд-во АН УССР, 1961, т. 2, с. 72—80.
105. Иванов Б. Н. Новейшие тектонические движения и развитие карстовых явлений на Украине.— Четвертич. период, 1961, вып. 13/15, с. 240—249.
106. Иванов Б. Н. Принципы карстологического районирования Горного Крыма.— В кн.: Тр. Науч. совещ. по природ.-геогр. районированию УССР. Киев: Изд-во Киев ун-та, 1961, с. 159—167.
107. Иванов Б. Н. О некоторых региональных закономерностях развития карста в Карпатской зоне.— В кн.: Материалы VI съезда Карпато-Балканской геологической ассоциации. Киев: Наук. думка, 1965, с. 422—431.

108. Иванов Б. Н. Геологическое строение и карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
109. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
110. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
111. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
112. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
113. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
114. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
115. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
116. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
117. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
118. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
119. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
120. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
121. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.
122. Иванов Б. Н. Карстование в Карпато-Балканской зоне. — Киев: Изд-во АН УССР, 1967, с. 1—100.

одки каменного века в
учен. арх. комис., 1918,

Петрографо-минерало-
гистика карстующихся
верхней юры юго-за-
падного Крыма.— В кн.: Во-
просы и инженерной геоло-
гии Недр, 1971, вып. 3,

Супрычев В. А. Гипер-
атит (подолит) из за-
полостей верхнеюр-
ского Крыма.— Докл.
АН СССР, № 5, с. 1142—1145.
Впечатлений поездки к пе-
щерам Крым.-Кавказ.
№ 9/12, с. 32—36.

осы изучения карста
геологиздат, 1940.— 88 с.
химические исследова-
ния— подземные воды.—
с.

Опыт районирования
Европейской равнины.—
Карстово-спелеол. конф.

Важности гидрогеологии
и Горного Крыма.—
Геология и разведка,

очередных задачах со-
здания на юге Европы.
— В кн.: Вопросы кар-
стовой части СССР. Ял-
та, 1956, с. 3—9.

Геологии карстового ре-
гиона Подольско-Бу-
ковинской области.— В кн.: Во-
просы Европейской части
АН УССР, 1956,

Карстовые явления на тер-
ритории их народнохозяй-
ства.— В кн.: Тр. I гидро-
геолог. конф. АН УССР, 1961,

Важнейшие тектонические
и карстовые явлений
территории. период, 1961,
№ 49.

Принципы карстологическо-
го Крыма.— В кн.:
по природ.-геогр. рай-
онированию. Киев: Изд-во Киев ун-

которые региональных
развития карста в Кар-
патах. Материалы VI съез-
да геологической ас-
социации. думка, 1965, с. 422—

108. Иванов Б. Н. Опыт и задачи комплексных геофизических, карстологических и гидрологических исследований влияния карста на поверхностный сток.— Геофизика и астрономия, 1965, № 8, с. 134—137.
109. Иванов Б. Н. Особенности четвертичного карстообразования в горных странах Карпато-Балканской системы.— В кн.: Карпато-Балканская ассоциация: VIII конгр. Белград, 1967, т. 1, с. 405—410.
110. Иванов Б. Н. Карбонатный карст Украины и Молдавии.— В кн.: Карст в карбонатных породах. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972.
111. Иванов Б. Н., Дублянский В. Н. Итоги изучения карста Украины подразделениями Мингео УССР и спелеологами в 1956—1974 гг.— Гидрогеология и карстоведение, 1977, вып. 8, с. 25—29.
112. Иванов Б. Н., Дублянский В. Н., Домбровский О. И. Басманские пещеры в Горном Крыму.— В кн.: Крымское государственное заповедно-охотничье хозяйство. Симферополь: Крымиздат, 1963, с. 21—32.
113. Иванов Б. Н., Прогрущенко П. В., Шутков Ю. И. Первые карстолого-геофизические исследования в Предгорно-Крымской карстовой области.— Геофизика и астрономия, 1966, № 9, с. 61—67.
114. Иванов Б. Н., Устинова Т. И. История изучения карста Крымских гор.— В кн.: Изучение и освоение минеральных богатств Крыма за годы советской власти. Симферополь: Изд-во АН УССР, 1957, с. 218—237.
115. Иванов Б. М., Шутков Ю. И. Особливості розвитку карсту в південній частині Подільсько-Буковинської карстової області.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 48—59.
116. Илюхин В. В., Дублянский В. Н. Путешествия под землей.— М.: Физкультура и спорт, 1968.— 145 с.
117. Иностранцев А. А. Об источниках Южного берега Крыма.— Тр. Петербург. о-ва естествоиспытателей, 1875, 7, с. 20—22.
118. Инструкция по технике безопасности при поиске и исследовании карстовых полостей.— Пещеры, 1974, № 14/15, с. 205—208.
119. Кельтсер К. Д. Работы Крымской изыскательной партии.— Ежегодник Отд. зем. улучшений, 1913, ч. 1, с. 1—28.
120. Кеппен П. Описание Туакской пещеры в Крыму.— Тр. Вол. о-ва любителей Рус. словесности, 1821, 14, кн. 2, с. 220—249.
121. Клепинин Н. Н. Ледяная пещера Бузлук.— Зап. Крым. о-ва естествоиспытателей и любителей природы, 1912, 2, с. 161—169.
122. Климчук А. Б., Корженевский Б. А. О карстовых тоннелях, мостах и арках Чертовского карстового района.— В кн.: Гидрогеология и карстоведение, 1975, вып. 7, с. 177.
123. Климчук А. Б., Рогожников В. Я. Сульфатный карст Бахмутской котловины.— Пещеры, 1972, вып. 12/13, с. 86—88.
124. Кобелев М. В. Карстовые явления на южной окраине Донбасса и их возраст.— Изв. АН СССР.— Сер. геогр., 1963, № 1, с. 73.
125. Ковалевский С. А. О покровном оледенении Горного Крыма, его времени, условиях и важнейших последствиях.— Докл. АН СССР, 1966, 171, № 2, с. 425, 428.
126. Кожевников В. А. Новое в геологии и новейшей тектонике междуречья Терекли и Рики.— Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол., 1965, № 2, с. 26—32.
127. Комаров И. С. Накопление и обработка информации при инженерно-геологических исследованиях.— М.: Недра, 1972.— 294 с.
128. Комплексные изыскания при строительстве гидротоннеля в карстовой области Горного Крыма.— Симферополь, 1971.
129. Кондараки В. Х. Универсальное описание Крыма.— М., 1883.— Ч. 3. 119 с.
130. Кореневский С. М. Соляной карст Верхнетиссенской впадины.— В кн.: Региональное карстоведение. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 22—30.
131. Корженевский Б. О. Районирование карсту Украины.— Доп. АН УРСР. Сер. Б, 1970, № 4, с. 20—23.
132. Корженевский Б. О. Карст Донбасу і його гідрогеологічні та інженерно-геологічні особливості.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, № 4, с. 15—28.
133. Корженевский Б. О., Рогожников В. Я. Деякі особливості розвитку глибинного карсту сульфатних порід Поділля.— Доп. АН УРСР. Сер. Б, 1974, № 3, с. 206—209.
134. Корженевский Б. А., Рогожников В. Я. К вопросу генезиса карстовых пещер в гипсах Подолии.— Докл. АН УССР. Сер. Б, 1975, № 2, с. 110—114.
135. Короткевич Г. В. Соляной карст. Л.: Недра, 1970.— 255 с.
136. Костровская А. И. О натечных формах кальцита в гипсоангидритовом горизонте Приднестровья.— В кн.: Геология и геохимия серных месторождений Предкарпатья. Киев: Наук. думка, 1966, с. 52—61.
137. Краткая географическая энциклопедия.— М.: Сов. энциклопедия, 1961.— Т. 2 (Статья «Карст», с. 243—244).
138. Крубер А. А. Гидрография карста.— В кн.: Сборник в честь 70-летия Д. Н. Анучина. М., 1913, с. 1—83.
139. Крубер А. А. Карстовая область Горного Крыма.— М., 1915.— 319 с.
140. Кудрин Л. Н. Стратиграфия, фации и экологический анализ фауны палеогеновых и

- неогеновых отложений Предкарпатья.— Львов: Изд-во Льв. ун-та, 1966.— 126 с.
141. Куниця М. О. Голоценові травертини на Дністрі та їх фауна.— Доп. АН УРСР, 1965, № 9, с. 141.
142. Кучерук О. Д. Карст Західної частини Поділля і маршрути туристських походів в районі його поширення.— Львів, 1954.— 12 с.
143. Кучерук А. Д. Карст Подолья.— Киев: Наук. думка, 1976.— 197 с.
144. Кучин В. А., Ефремов А. П., Сайфи Р. Н. Методические рекомендации по организации и проведению учебных мероприятий по спелеотуризму.— М.: Турист, 1976.— 30 с.
145. Лебедев А. П. О люминесценции натечных образований.— Пещеры, 1964, вып. 4/5, с. 107—108.
146. Лебедев Л. М. Метакolloиды в эндогенных месторождениях.— М.: Наука, 1965.— 119 с.
147. Лебедев Н. Д. Пещеры Крыма.— В кн.: Зап. Крым.-Кавказ. горн. клуб, 1912, № 2, с. 3—12.
148. Лебедев Н. Д. Новые пещеры Крыма.— Крым, 1927, № 2, с. 42—49.
149. Лебединский Я. К фауне крымских пещер.— Зап. Новорос. о-ва естествоиспытателей, 1900, 23, вып. 2, с. 47—64.
150. Лебединцев А. А., Бондарев В. И. Химическое исследование образцов морской воды из Севастополя и Ялты и воды из сталактитовой пещеры Суук-Хоба.— Зап. Крым.-Кавказ. горн. клуб, 1896, № 1, с. 13—19.
151. Левушкин С. И. Пещерная фауна основных карстовых районов СССР: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— М., 1965.— 20 с.
152. Леончева Н. В. Карст Чатырдага.— В кн.: Вопросы карста на юге Европейской части СССР. Ялта: Изд-во АН УССР, 1956, с. 107—114.
153. Листов Ю. А. Программа геофизического исследования пещер Крыма.— Изв. Рос. геогр. о-ва, 1887, 23, вып. 1, с. 92—93.
154. Листов Ю. Физико-географические исследования в Таврических горах.— Изв. Рос. геогр. о-ва, 1892, 28, вып. 2, с. 183—203.
155. Ломаев О. О. Умови розвитку та районування карсту Волино-Поділля.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 1, с. 33—38.
156. Ломаев О. О. Геологічні умови розвитку карсту на території УРСР.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 3.
157. Ломаев А. А. О принципах районирования карста.— В кн.: Закономерности распределения подземных вод, карст и сели Карпатской зоны. Киев: Наук. думка, 1972, с. 70—71.
158. Ломаев А. А. Геология карста Волино-Подолья.— Киев: Наук. думка, 1979.— 130 с.
159. Ломаев А. А., Ломаева Е. Т., Люрин И. Б. Карст известковых туфов Подолья.— Гидрогеология и карстование, 1975, вып. 7, с. 204—205.
160. Лукин В. С. Температурные аномалии в пещерах Предуралья и критический анализ теории подземного холода.— Пещеры, 1965, вып. 5/6, с. 164—173.
161. Лунгерсгаузен Г. Ф. Инфлювий — особый генетический тип материковых образований.— Докл. АН СССР, 1966, 171, № 3, с. 321—324.
162. Львова Е. В., Мелешин В. П. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
163. Ляхницкий Ю. С. Классификация карстовых полостей Западного Кавказа.— В кн.: Состояние и задачи карстово-спелеологических исследований. М., 1975, с. 102—103.
164. Максимов С. Д. Влияние микроклимата Солотвинских соляных шахт на легочное дыхание у больных бронхиальной астмой: Автореф. дис. ... канд.— Ужгород, 1975.— 22 с.
165. Максимович Г. А. Районирование карста СССР.— В кн.: Докл. IV Всеурал. совещ. по районированию. Пермь, 1958, с. 1—6.
166. Максимович Г. А. Тектонические закономерности распределения карста на территории СССР.— В кн.: Общие вопросы карстования. М.: Изд-во АН СССР, 1962, с. 40—54.
167. Максимович Г. А. Основы карстования. Пермь, 1963.— Т. 1. 443 с.
168. Максимович Г. А. Генетический ряд натечных отложений пещер.— Пещеры, 1965, вып. 5/6, с. 3—22.
169. Максимович Г. А. Основы карстования.— Пермь, 1969.— Т. 2. 529 с.
170. Максимович Г. А. Научное и практическое значение пещер.— Пещеры, 1972, вып. 12/13, с. 118—128.
171. Максимович Г. А. О силикатном брадикарсте тропической зоны.— Гидрогеология и карстование, 1975, вып. 7, с. 5—13.
172. Максимович Г. А., Хорошавин Н. Г. Типы природных и искусственных пещер, используемых для лечебных целей (спелеотерапия).— Пещеры, 1972, вып. 12/13, с. 129—145.
173. Мамин А. У. Новая сталактитовая пещера на Караби-Яйле.— Изв. Крым. пед. ин-та, 1939, 8, с. 235—245.
174. Мамин А. У. Из наблюдений над карстовыми процессами на Крымском нагорье.— Изв. Крым. отд. геогр. о-ва СССР, 1954, вып. 3, с. 13—15.
175. Марковников В. В. Сведения о черепах из сталактитовой пещеры Бинбаш-Коба на

- Чатырдага.— Киев: Наук. думка, 1979.— 130 с.
176. Марушак В. И. Карст известковых туфов Подолья.— Гидрогеология и карстование, 1975, вып. 7, с. 204—205.
177. Мелешин В. П. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
178. Мережко В. П. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
179. Методика исследования карста.— М.: Недра, 1964.— Вып. 1.
180. Методическое пособие по изучению карста.— М.: Недра, 1964.— Вып. 1.
181. Михайлов В. П. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
182. Михайлов В. П. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
183. Михайлов В. П. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
184. Муратов М. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
185. Мустель П. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
186. Назаров Г. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
187. Назаров В. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
188. Николаев Н. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
189. Николишин В. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.
190. Новиков В. Карст Передгірного та Рівнинного Криму.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 104—113.

думка, 1979.—

Е. Т., Люрин И. Б.
Подолни.— Гидро-
ление, 1975, вып. 7,

урные аномалии в
и критический ана-
холода.— Пещеры,
73.

Инфлювий — особый
риковых образова-
1966, 171, № 3,

В. П. Карст Пе-
ного Крыма.— Физ.
логия, 1970, вып. 4,

сификация карсто-
го Кавказа.— В кн.:
арстово-спелеологи-
1975, с. 102—103.
ние микроклимата
шахт на легочное
онхимальной астмой:
— Ужгород, 1975.—

онирование карста
IV Всеурал. совещ.
рмь, 1958, с. 1—6.
тонические законо-
я карста на терри-
Общие вопросы кар-
АН СССР, 1962,

овы карстования.

с.
гический ряд нате-
р.— Пещеры, 1965,

сновы карстоведе-
2. 529 с.

учное и практиче-
— Пещеры, 1972,

силикатном бради-
ны.— Гидрогеология
вып. 7, с. 5—13.
ошавин Н. Г. Типы
енных пещер, ис-
ых целей (спелео-
1972, вып. 12/13,

лактитовая пещера
Крым. пед. ин-та,

одений над карсто-
рымском нагорье.—
о-ва СССР, 1954,

дения о черепах из
Бинбаш-Коба на

Чатырдаге.— Изв. О-ва любителей есте-
ствознания, антропологии и этнографии,
1876, 20, кн. 2, вып. 1, с. 43—44.

176. Маруашвили Л. И. Морфологический ана-
лиз карстовых пещер.— В кн.: Очерки по
физической географии Грузии. Тбилиси:
Мецниереба, 1969, с. 1—181.

177. Мелешин В. П. Карст Равнинного крима
и его гидрогеологическое значение: Авто-
реф. канд. дис. ... геол.-минерал. наук.—
Л., 1973.— 22 с.

178. Мережковский К. С. Отчет о предвари-
тельных исследованиях каменного века в
Крыму.— Изв. Рос. геогр. об-ва, 1880, 16,
вып. 2, 106—146.

179. Методика изучения карста.— Пермь, 1963—
1964.— Вып. 2—9.

180. Методические рекомендации по изучению
режима поверхностных и подземных вод
в карстовых районах.— Л.: Гидрометеозиз-
дат, 1969.— 149 с.

181. Михайловский С. Н. Гидрогеологические
исследования в северо-восточной части
Байдарской долины в Крыму.— Тр. Все-
союз. геол.-развед. объедин., 1932, вып. 119,
с. 1—44.

182. Михайловский С. Н., Пчелинцев В. Ф.
Гидрогеологические исследования в Кучук-
Койском и Кикенейском районах Южно-
го берега Крыма.— Тр. Всесоюз. геол.-раз-
вед. объедин., 1932, вып. 119, с. 1—107.

183. Молибожко А. Г. Карстовые явления на
Донецкой железной дороге и борьба с ни-
ми.— В кн.: Проектирование, строитель-
ство и эксплуатация земляного полотна
в карстовых районах. М.: Транспорт, 1968,
с. 251—258.

184. Муратов М. В., Николаев Н. И. Четвер-
тичная история и развитие рельефа Гор-
ного Крыма.— Учен. зап. Моск. ун-та,
1941, вып. 48, с. 3—26.

185. Мустель П. И. Рудничная аэрология.—
М.: Недра, 1970.— 95 с.

186. Назаров Г. Н., Иванов Б. Н. К вопросу
о проявлениях карста в Степном Крыму.—
Геофиз. сб., 1964, вып. 8, с. 114—124.

187. Натаров В. Д. Карсты и карстовые воды
в докембрийских породах Саксаганского
района Криворожского бассейна.— Сов.
геология, 1961, № 9, с. 143—148.

188. Николаев Н. И. Изучение работы подзем-
ных вод.— В кн.: Справочник путешес-
венника и краеведа. М.: Географгиз, 1950,
т. 2, с. 53—70.

189. Николишин В. П. Гидрогеология карста
соляных месторождений: Автореф. дис. ...
канд. геол.-минерал. наук.— Киев: 1968.—
15 с.

190. Новиков Н. Скельская сталактитовая пе-
щера и ее фауна.— Зап. Крым. о-ва ес-
тествоиспытателей и любителей природы,
1911, 1, с. 7—10.

191. Оболенский В. Н. Курс метеорологии.—
Москва; Свердловск, 1944.— 180 с.

192. Одинцов И. А. О геоморфологических осо-
бенностях юго-восточной окраины Придне-
стровской гипсовой полосы.— Науч. еже-
годник Одес. ун-та, 1960, вып. 2, с. 61—
68.

193. Одинцов И. А. Одесское местонахождение
ископаемой фауны в карстовых пеще-
рах.— Тр. Одес. ун-та, 1962, 152. Геол.-
геогр. науки, вып. 8, с. 100—110.

194. Одинцов И. А. Геологические особенности
захоронения и палеогеографического значе-
ние плиоценовых канид Одесских карсто-
вых пещер: Автореф. дис. ... канд. геол.-
минерал. наук.— Одесса, 1966.— 20 с.

195. Орлов О. М. Минеральные новообразова-
ния глубинных карстовых полостей Дон-
басса.— Пещеры, 1972, вып. 12/13, с. 218.

196. Оссовский Г. О. О геологическом и палео-
этнологическом характере пещер юго-за-
падной окраины Европейской России и
смежных с нею областей Галиции.— Тр.
Томск. о-ва естествоиспытателей и врачей,
1895, вып. 5, с. 27—48.

197. Паллас П. С. Краткое физическое и топо-
графическое описание Таврической обла-
сти.— СПб., 1795.— 72 с.

198. Панарина Г. Н. Пещеры карбонатного и
сульфатного карста Пермской области:
Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. на-
ук.— Пермь, 1973.— 21 с.

199. Парфенов С. И. Некоторые геохимические
процессы в Медовой пещере.— В кн.: Ма-
териалы Комиссии по изучению геологии
и географии карста. М.: Изд-во АН СССР,
1960, с. 185—189. (Информ. сб. № 1).

200. Парфенюк С. Ф. Карстовые явления в До-
нецкой области и их народнохозяйствен-
ное значение.— В кн.: Географические ис-
следования в Донбассе, Донецк, 1973,
с. 131—142.

201. Пашкевич Г. А. Растительность Украины
в позднем палеолите по материалам па-
линологического исследования ряда стоя-
нок.— В кн.: Палеогеографические основы
рационального использования естествен-
ных ресурсов. Киев: Наук. думка, 1977,
ч. 1, с. 60—65.

202. Петров П. Крымские пещеры Иель-хоба и
Харанлых-хоба.— Землеведение, 1911, 18,
кн. 1/2, с. 16—45.

203. Петрунь В. Ф., Белокрыс Л. С. Морфоло-
гия и генезис розетковидных агрегатов се-
литры из Горного Крыма.— В кн.: Онто-
генетические методы изучения минералов.
М.: Наука, 1970, с. 17—28.

204. Петрунь В. Ф., Пирогов Б. И. Формиро-
вание карстово-суффозионных пустот в
железорудных породах Криворожья.—
Изв. вузов. Геология и разведка, 1962,
№ 5, с. 27—36.

205. *Пикулькин С. С.* Карстовая водоносная система Солдатская в Крыму.— Пещеры, 1972, вып. 12/13, с. 205—206.
- ✓ 206. *Полканов Ю. О., Дублянський В. М.* Цікава знахідка акцесорного ісландського шпату в Криму.— В кн.: Матеріали з мінералогії України. К.: Вид-во АН УРСР, 1961, вип. 2, с. 149—152.
- ✓ 207. *Попов В. Ф., Шутов Ю. И.* Карстовые полости на побережье Тарханкутского полуострова в Крыму.— Пещеры, 1974, вып. 14/15, с. 99—104.
208. *Попов И. В.* Обзор состояния изучения карста в СССР и за границей.— В кн.: Общие вопросы карстоведения. М.: Изд-во АН УССР, 1962, с. 8—17.
- * 209. *Попов И. В.* Инженерная геология СССР.— М.: Изд-во МГУ, 1965, ч. 2, с. 1—88.
- ✓ 210. *Пулина М.* Термика воздуха в пещерах Польских Татр.— In: Actes du IV Congr. spéléologie. Ljubljana, 1968, vol. 3, p. 195—204.
211. *Пчелинцев В. Ф.* Монографическое описание методик стационарных наблюдений над оползнями Крымской АССР.— В кн.: Материалы Азово-Черномор. геол. упр., 1939, сб. 7, с. 3—303.
212. *Пятнышева Н. В.* На горе Караул-Оба.— Природа, 1967, № 6, с. 36—38.
213. *Радзівський В. О.* У печерних лабіринтах Тернопільщини.— К.: Здоров'я, 1967.— 61 с.
214. *Радзівський В. А.* Пещера Озерная.— Землеведение, 1967, 7, с. 36—38.
- ✓ 215. *Радзівський В. А.* Спелеологические исследования Тернопольской области.— В кн.: Состояние и задачи карстово-спелеологических исследований. М., 1975, с. 65. (Геогр. о-во СССР).
216. *Радзівський В., Бурма В.* Медобори.— Львів: Каменяр, 1975.— 180 с.
217. *Резникова Л. Г.* Мамина пещера на Караби-Яйле.— В кн.: Вопросы карста на юге Европейской части СССР. Ялта: Изд-во АН УССР, 1956, с. 115—118.
218. *Ресурсы поверхностных вод СССР.*— Л.: Гидрометеиздат, 1969.— Т. 6. Вып. 1.
219. *Ресурсы поверхностных вод СССР.*— Л.: Гидрометеиздат, 1967.— Т. 6. Вып. 3.
220. *Ресурсы поверхностных вод СССР.*— Л.: Гидрометеиздат, 1966.— Т. 6. Вып. 4.
221. *Родионов Н. В.* Карст Европейской части СССР, Урала и Кавказа.— М.: Госгеолтехиздат, 1963.— 174 с.
- ✓ 222. *Роцин А. Д.* Карстове утворення в понтичному вапняку в околицях Одеси.— Праці Одес. ун-ту. Сер. геол. та геогр. наук, 1957, 147, вип. 5, с. 47—52.
223. *Рудницький С.* Знадоба до морфології подільського сточища Дністра.— Львів, 1913.— 41 с.
- ✓ 224. *Савчин М. П., Гуньовський І. М.* Пещера Оптимістична на Поділлі.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 60—64.
225. *Савчин М. П., Остьянова Н. Н.* Оптимистическая — одна из длиннейших пещер мира.— Пещеры, 1972, вып. 12/13, с. 197.
226. *Салимов В. Г., Пикулькин С. С.* Новый карстовый район Эчкидаг.— В кн.: Состояние и задачи карстово-спелеологических исследований. М., 1975, с. 70.
227. *Севергин В. М.* Опыт минералогического землеописания Российской государства.— СПб., 1809.— 76 с.
228. *Сикорский И. К.* Настоящее положение водоснабжения и ирригации на Южном берегу Крыма.— В кн.: Изв. Ялт. техн. о-ва, 1909, с. 11—27.
229. *Славин В. И., Попов И. И.* Краткий путеводитель геолого-геофизической экскурсии по Южному Крыму XI Конгресса Карпато-Балканской геологической ассоциации.— Киев: Наук. думка, 1977.— 28 с.
230. *Слудский А. Ф., Спасо-Кукоцкий А. И.* «Бездонный колодец» на г. Б. Агармыш около города Старого Крыма.— Крым, 1928, № 1, с. 5—12.
231. *Смирнов М. В.* Каталог землетрясений в Крыму.— Симферополь, 1931.— 23 с.
- ✓ 232. *Соколов Д. С.* Основные условия развития карста.— М.: Госгеолтехиздат, 1962.— 321 с.
233. *Соколовский Н.* Новые пещеры Крыма.— Зап. Крым.-Кавказ. горн. клуба, 1911, вып. 1, с. 26—38.
234. *Спирidonov А. И.* Опыт генетической систематики рельефа.— Землеведение, 1967, вып. 7, с. 33—52.
- ✓ 235. *Сребродольский Б. И.* Морфология кальцитов Подолии.— Вопр. минералогии осадоч. образований, 1966, кн. 7, с. 74—89.
- ✓ 236. *Степанов В. И.* Периодичность процессов кристаллизации в карстовых пещерах.— Тр. Минерал. музея им. А. Е. Ферсмана, 1971, вып. 20, с. 161—171.
237. *Сумароков П.* Досуги крымского судьи или второе путешествие в Тавриду.— СПб., 1803.— Ч. 1.— 2. 226 с.
- * 238. *Супрычев В. А., Шутов Ю. И.* О калиевой селитре из Горного Крыма.— Вопр. минералогии и осадоч. образований, 1966, вып. 7, с. 202—203.
- ✓ 239. *Супрычев В. А., Шутов Ю. И.* Перша знахідка гідротермального ангідриту на Україні.— Доп. АН УРСР. Сер. Б, 1967, № 8, с. 699—703.
- ✓ 240. *Татаринов К. А.* Пещеры Подолии, их фауна и охрана.— В кн.: Охрана природы и заповедное дело в СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962, с. 22—28. (Бюл.; 7).
- * 241. *Татаринов К. А.* Плейстоценові і голоценові ссавці Кременецьких гір.— Наук. зап. Кремен. пед. ін-ту, 1962, 7, 34—51.

242. Татарин К. А. Пещера Оптимістична на Поділлі.— Фіз. географія та геоморфологія, 1970, вип. 4, с. 60—64.

243. Татарин К. А. Оптимистическая — одна из длиннейших пещер мира.— Пещеры, 1972, вып. 12/13, с. 197.

244. Татарин К. А., Салимов В. Г. Новый карстовый район Эчкидаг.— В кн.: Состояние и задачи карстово-спелеологических исследований. М., 1975, с. 70.

245. Татарин К. А. Опыт минералогического землеописания Российской государства.— СПб., 1809.— 76 с.

246. Татарин К. А. Настоящее положение водоснабжения и ирригации на Южном берегу Крыма.— В кн.: Изв. Ялт. техн. о-ва, 1909, с. 11—27.

247. Тачи В. Ч. Салотвинские соли и неглубокие карстовые полости в долине ВНИИ.— М.: Изд-во ВНИИ, 1967, с. 38—42.

248. Татаринов К. А. Пещеры Подолии, их фауна и охрана.— В кн.: Охрана природы и заповедное дело в СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962, с. 22—28. (Бюл.; 7).

249. Татаринов К. А. Плейстоценові і голоценові ссавці Кременецьких гір.— Наук. зап. Кремен. пед. ін-ту, 1962, 7, 34—51.

250. Ткачук Л. П. Мамина пещера на Караби-Яйле.— В кн.: Вопросы карста на юге Европейской части СССР. Ялта: Изд-во АН УССР, 1956, с. 115—118.

251. Устинова Т. П. Карст в Крыму.— М.: Изд-во АН СССР, 1966, с. 99—106.

252. Устинова Т. П. Карст в Крыму.— М.: Изд-во АН СССР, 1966, с. 99—106.

253. Устинова Т. П. Карст в Крыму.— М.: Изд-во АН СССР, 1966, с. 99—106.

254. Фаизов В. Н. Карст в Крыму.— М.: Изд-во АН СССР, 1966, с. 99—106.

255. Ферсман А. Е. Карст в Крыму.— М.: Изд-во АН СССР, 1966, с. 99—106.

256. Фролов Н. П. Карст в Крыму.— М.: Изд-во АН СССР, 1966, с. 99—106.

257. Цыкина Ж. П. Карст в Крыму.— М.: Изд-во АН СССР, 1966, с. 99—106.

овский И. М. Пещера
Фіз. географія
1970, вип. 4, с. 60—64.
янова Н. Н. Оптимизи-
з длиннейших пещер
2, вып. 12/13, с. 197.
Кулькин С. С. Новый
Джикдаг.— В кн.: Со-
тарство-спелеологиче-
И., 1975, с. 70.
т минералогического
йского государства.—

стоящее положение
ригации на Южном
кн.: Изв. Ялт. техн.

И. И. Краткий пу-
офизической экскур-
ыму XI Конгресса
геологической ассо-
думка, 1977.— 28 с.
асо-Кукоцкий А. И.
на г. Б. Агармыш
ого Крыма.— Крым,

лог землетрясений в
», 1931.— 23 с.
ные условия разви-
еолтехиздат, 1962.—

е пещеры Крыма.—
горн. клуба, 1911,

ыт генетической си-
Землеведение, 1967,

Морфология каль-
и. минералогии оса-
кн. 7, с. 74—89.
дичность процессов
стовых пещерах.—
и. А. Е. Ферсмана,
71.

крымского судьи
вие в Тавриду.—
26 с.

Ю. И. О калиевой
ыма.— Вопр. мине-
бразований. 1966,

Ю. И. Перша зна-
о ангидриту на
СР. Сер. Б, 1967,

Подолни, их фау-
храна природы и
Р. М.: Изд-во АН
(Бюл.; 7).
гоценові і голоце-
х гір.— Наук. зап.
7, 34—51.

242. Татаринев К. А. Карстовые пещеры Сред-
него Приднестровья.— В кн.: Типы карста
в СССР. М.: Наука, 1965, с. 64—71.
243. Татаринев К. А. Пещерная фауна бассей-
на Среднего Днестра.— В кн.: Вопросы
изучения карста Русской равнины. М.,
1966, с. 110—114.
244. Татаринев К. А. Фауна неогеновых и ан-
тропогенных позвоночных Подолии и При-
карпатья, ее история и современное со-
стояние: Автореф. дис. ... д-ра биол. на-
ук.— Киев, 1970.— 56 с.
245. Татаринев К. А. Новые данные о карсто-
вых полостях Приднестровской Подо-
лии.— В кн.: Состояние и задачи карсто-
во-спелеологических исследований. М.,
1975, с. 64—65. (Геогр. о-во СССР).
246. Татаринев К. А., Бачинский Г. А. Пещер-
ные захоронения плиоценовых и антропо-
генных позвоночных в западных обла-
стях Украины.— Бюл. Моск. о-ва испытате-
лей природы. Отд. биол., 1968, 73,
с. 114—121.
247. Тащи В. М. Гидрогеологические условия
Солотвинского месторождения каменной
соли и некоторые рекомендации по вопро-
су дальнейшей его эксплуатации.— Тр.
ВНИИ солян. пром-сти, 1970, вып. 10,
с. 38—42.
248. Тихтилов П. Д. Наша краеведча работа.—
Тернопіль, 1957.— 17 с.
249. Тинтилов З. К. Карстовые пещеры Гру-
зии.— Тбилиси: Мецниереба, 1976.— 273 с.
250. Ткачук В. Г., Молодых В. П., Соци-
на В. С. Особенности формирования сто-
ка малых рек на юге УССР в связи с
гидрогеологическими условиями их бас-
сейнов.— Вод. хоз-во, 1966, вып. 3, с. 17—
21.
251. Устинова Т. И. Карст в Степном Кры-
му.— В кн.: Вопросы карста на юге
СССР. Ялта: Изд-во АН УССР, 1956,
с. 99—106.
252. Устинова Т. И. Массив Караби-Яйлы в
Восточном Крыму.— Изв. Крым. отд.
Геогр. о-ва СССР, 1961, вып. 6, с. 56—64.
253. Устинова Т. И. Методика подсчета кон-
денсационной влаги в пещерах.— Методи-
ка изуч. карста, 1963, вып. 9, с. 37—46.
254. Файзуллин Л. Д., Петров Г. А., Кара-
сев В. Н. Типы карстовых полостей и спо-
собы их выявления.— В кн.: Состояние и
задачи карсто-спелеологических исследо-
ваний. М., 1975, с. 44—46.
255. Ферсман А. Е. Минералогия и геохимия
пещер.— В кн.: Очерки по минералогии
и геохимии. М.: Наука, 1977, с. 136—143.
256. Фролов Н. М. Гидрогеотермия.— М.: Нед-
ра, 1968.— 97 с.
257. Цыкина Ж. Л. Карст юга Европейской
части Сибири: Автореф. дис. ... канд. ге-
ол.-минерал. наук.— Пермь, 1974.— 21 с.
258. Черепенников А. А. Руководство по опро-
бованию и анализу природных газов.—
М.: Госгеолтехиздат, 1951.— 72 с.
259. Черныш А. А. Палеолитические стоянки
Приднестровья и условия жизни их оби-
тателей.— В кн.: Природа и развитие пер-
вобытного общества. М.: Наука, 1969,
с. 34—35.
260. Черныш И. В. Карстові печери Закарпат-
тя.— В кн.: Охороняймо природу. Ужго-
род, 1964, с. 21—27.
261. Чикишев А. Г. Карст Подолии.— Землеве-
дение, 1969, 8, с. 86—97.
262. Чикишев А. Г. Методы изучения карста.—
М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973.— 86 с.
263. Чикишев А. Г. Пещеры на территории
СССР.— М.: Наука, 1973.— 136 с.
264. Чикишев А. Г. Карст Русской платфор-
мы.— М.: Наука, 1978.— 190 с.
265. Чирвинский П. Н. Типы спелеологическо-
го минералообразования и их минераль-
ный состав.— Минерал. сб. Льв. геол.
о-ва, 1950, № 4, с. 27—34.
266. Чуринов М. В. О карсте Горного Кры-
ма.— В кн.: Региональное карстоведение.
М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 113—120.
267. Шовкопляс И. Г. Пещерные палеолити-
ческие и мезолитические памятники Ук-
раинской ССР.— In: Actes 6 Congr. Int.
spéléologie. Praha: Academia, 1976, vol. 6,
p. 63—69.
268. Штенгелов Е. С. Гидрогеологические ус-
ловия и особенности карста восточной час-
ти Горного Крыма: Автореф. дис. ... канд.
геол.-минерал. наук.— М., 1972.— 18 с.
269. Шуменко С. И., Олишнев И. В. Горное
молоко из пещер Крыма и Абхазии.— Ли-
тология и полез. ископаемые, 1977, № 2,
с. 143—147.
270. Шутов Ю. И. Исследования газового со-
става карстовой шахты Крыма.— Пещеры.
1966, вып. 6, с. 54—56.
271. Шутов Ю. И. Основные черты гидрогео-
логии верховьев бассейнов карстовых рек
Горного Крыма.— В кн.: Тр. совещ. по
вопр. комплекс. изуч. режима поверхности
и подзем. вод в карстовых р-нах. Л.: Гид-
рометеониздат, 1969, с. 32—36.
272. Шутов Ю. И. Условия формирования, гид-
родинамическая и гидрохимическая зо-
нальности трещинно-карстовых вод глав-
ной гряды Горного Крыма: Автореф. дис.
... канд. геол.-минерал. наук.— Киев:
1971.— 22 с.
273. Щепинский А. А. Подземная форма кар-
ста близ Симферополя.— Изв. Крым. отд.
геогр. о-ва, 1957, вып. 4, с. 56—57.
274. Щепинский А. А. Пещерные святилища
эпохи раннего железа в Горном Крыму.—
В кн.: Труды Комплексной карстовой экс-
педиции АН УССР. Киев: Изд-во АН
УССР, 1963, вып. 1, с. 138—151.

275. Щепинский А. А. Во тьме веков.— Симферополь : Крым, 1966.— 153 с.
276. Щербаков А. В. Древний карст в докембрийских породах Украинского кристаллического массива.— Разведка и охрана недр, 1954, № 2, с. 13—14.
277. Щербаков А. В. Карст в докембрийских породах Криворожско-Кременчугского железорудного бассейна.— В кн.: Региональное карстование. М. : Изд-во АН СССР, 1961, с. 21.
278. Щербакова М. В. Успіхи розвитку науки карстознавства за роки радянської влади.— Вісн. Київ. ун-ту, 1960, № 3, с. 67—74.
279. Щербань А. Н., Кремнев О. А. Научные основы расчета и регулирования теплового режима глубоких шахт.— Киев : Изд-во АН УССР, 1959.— 92 с.
280. Щирица А. С. Сравнительная характеристика карбонатов Крыма поверхностного и глубинного генезиса.— В кн.: Углерод и его соединения в эндогенных процессах минералообразования. Львов, 1975, с. 71.
281. Эварницкий Д. И. История села Фалеевки-Садовой Херсонской губернии и уезда.— СПб., 1892.— 27 с.
282. Эйша Рабей Абу-Эль-Эиз. Рентгенометрическое исследование минерального состава глинистых отложений карстовых полостей главной гряды Крымских гор: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук.— Л., 1978.— 18 с.
283. Юньков А. А., Пелюшенко В. М. Результаты измерений с гравитационным вариометром на одной из закарстованных площадей Горного Крыма.— В кн.: Труды Комплексной карстовой экспедиции АН УССР. Киев : Изд-во АН УССР, 1963, вып. 1, с. 83—86.
284. Яцко І. Я. Про знахідки в пліоценових карстових печерах в м. Одеса уламків кісток зі слідами незвичайної обробки.— Праці Одес. ун-ту, 1964, 149, 99—109.
285. Andrieux Cl. Contribution d'étude du climat des cavités naturelles des massifs karstiques. p. II.— Ann. spel., 1970, 25, N 2, p. 491—529.
286. Andrieux Cl. Contribution d'étude du climat des cavités naturelles des massifs karstiques, p. V.— Ann. spel., 1971, 26, N 2, p. 321—327.
287. Berényi D., Justyak J. Micrometeorologiac megfigyelések az Aggteleki.— Acta univ. debrecen, 1959—1960, 6, N 2, p. 28—32.
288. British Caving.— London, 1953.— 320 p.
289. Cigna A. Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico.— Atti Soc. Ital. Schi. Nat., 1960, 99, N 1, p. 28—36.
290. Air temperature distributions near the Entrance of caves.— In: Mem. V della Rassegna Spelcoe. Ital. Como, 1961, p. 221.

291. *Dubljanski V. N., Sockova L. M.* Microclimate of karst cavities of the Mountain Crimea.— In: Proc. 7th Int. Spel. Congr. Sheffield, 1977, p. 158—160.
292. *Dubois de Montpereux: Voyage autour du Caucase et en Crimée.*— Bull. Soc. géol. France, 1843, 5/6, p. 1—140.
293. *Eraso A.* Tentative nomogram for cave climate calculations.— In: Probl. Speleol. Res. Brno. Praha, 1965, p. 175—185.
294. *Fink M.* Mehrsprachiges Lexikon der Karst- und Höhlenkunde.— Wien, 1973.— 72 S.
295. *Finnie J., Curl R.* On the functioning of a familiar nonlinear thermodynamic oscillator.— В кн.: Тр. Междунар. симпоз. по нелинейн. колебаниям. М., 1963, т. 3, с. 121—123.
296. *Gése B.* La spéléologie scientifique.— Paris, 1965.— 78 p.
297. *Gressel W.* Zur Dynamik in Alpiner Höhlen.— Die Hohle, 1955, N 4, S. 46—48.
298. *Jakucs L., Mezösi G.* Genetic problems of the huge gypsum caves of the Ukraine.— Acta geogr., 1976, 16, f. 1/12, p. 15—38.
299. *Jenko F.* Hidrogeologija in vodno gospodarstvo krasa.— Ljubljana, 1959.— 121 s.
300. *Kirkor A. N.* Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.— Spraw. Kom. arch., 1879, 3, s. 46—47.
301. *Kozłowski L.* Zarys pradzieow Polski Południowo Wschodniej.— Lwów, 1939.— 28 s.
302. *Lomnicki A.* Pieczery stalaktytowe w Łokutkach pod Tłumaczem.— Kosmos, 1896, 21, p. 42—43.
303. *Nechay W.* Przewodnik po jaskiniach w Krzywczu.— Tarnopol, 1933.— 18 p.
304. *Pulina M.* Denudacja chemiczna na obszarach krasu węglanowego.— Wrocław; Warszawa: PAN, 1974.— 159 s.
305. *Quitt E.* Mikroklimatische Verhältnisse in der Höhlen des Möhrischen Karsts.— Wetter und Leben, 1962, 14, N 7/8, S. 26—31.
306. *Renault Ph.* Premiere étude météorologique de la grotte de Moulis.— Ann. Spéleol., 1961, 16, N 1, p. 46—48.
307. *Renault Ph.* Observations récentes les vermiculations argileuses.— Spelunca, 1963, 3, N 1, p. 11—17.
308. *Roques H.* Sur la réparation du CO₂ dans les karst.— Ann. Spéleol., 1963, 18, N 1, p. 48—52.
309. *Rzeczyński P.* Historia naturalis curiosa regni Poloniae.— Sandomiriae, 1721.— 76 p.
310. *Saar R.* Zur Frage des Einflusses der Grosswetterlage auf die Dynamik der Wetterhöhlen.— Die Hohle, 1957, N 2, S. 22—26.
311. *Trimmel H.* Höhlenkunde.— Braunschweig, 1968.— 126 S.
312. *Wigley T.* Non-steady flow through a porous medium and cave breathing.— J. Geoph. Res., 1967, 72, N 12, p. 18—22.

175

Ени-Сала-I — 102, 137, 138
Ени-Сала-II — 121, 129, 137, 138
Ени-Сала-III — 45, 48, 102, 104, 150, 159

Жемчужная (Карпатская) — 57, 58, 137, 139
Жемчужная (Подольская) — 74, 150

Загадка — 56, 57
Заповедная — 80, 81, 109, 137, 138, 150
Земиль (-Коба) — 128
Змеинная — 53, 54, 130, 150
Золушка — 11, 72, 92, 97, 150, 161

Иель (-Коба) — 8, 131, 133
Ильинка — 141
Иограф — 132, 133, 134, 137, 139

Каменный Мост — 58
Камнепадная — 151
Карабийская-1, 2, 3 — 151
Кара (-Коба) — 133
Кара-Мурза — 51, 99, 113, 151
Карани — 8, 51, 125, 126
Карасу-Баши — 52
Караул-Оба — 131
Кармелюка — 74
Каскадная — 35, 36, 150, 151
Кастере — 49, 51, 52, 99, 101, 112, 137, 138
Киевлянка — 69
Кник (-Коба) — 127, 133, 140
Красная (Кизил-Коба) — 7, 11, 28, 45, 46, 47, 48, 87, 90, 92, 94, 97, 99, 100, 102, 104, 105, 108, 110, 111, 112, 118, 119, 121, 124, 125, 128, 130, 131, 133, 134, 135, 137, 139, 146, 148, 150, 152, 157, 159, 160, 164
Кристалльная (им. Г. А. Максимовича) — 32, 33, 51, 92, 99, 112, 116, 120, 121, 151
Кристалльная (Кривченская) — 8, 9, 10, 11, 62, 67, 68, 88, 90, 91, 97, 100, 103, 117, 120, 121, 125, 128, 134, 137, 140, 143, 144, 146, 147, 150, 160, 161, 162
Крубера — 51, 99, 110, 112, 137, 150
Крымская — 51, 99, 113
Курюч-Агач — 48, 49, 133

Летучих Мышей — 54, 125
Лисий Хвост — 53
Лисья — 53, 54, 130

Малая Иловица — 137
Малой Академии (МАН) — 43, 99, 102, 129, 137, 139
Малый Бузлук — 125
Мамина — 51
Мамуг (-Коба) — 52
Мангульская-1 — 53, 54, 150
Мангульская-2 — 54, 133
Марченко — 45, 47
Марьинская — 54
Медвежья — 137, 138
Медовая (Крымская) — 31, 32, 88, 125, 150

Медовая — 61
Межгорье — 150
Мердвен — 30, 31, 134
Мира — 51, 99, 100, 103, 108, 112, 114, 115, 125, 137, 138, 150, 151
Мисхорская — 35, 36, 107, 108, 137, 139
Млынки — 11, 62, 63, 90, 97, 103, 110, 117, 120, 125, 146, 150, 160, 161, 162
Мокрая — 69, 70, 125
Молодежная — 50, 92, 126, 151
Молочный Камень — 57, 58, 88, 97, 121, 128, 146, 160
Монастырь-Чокрак — 49, 51, 52, 97, 99, 101, 108, 112, 134, 137, 150, 151
Мудрости — 81
Мурзак (-Коба) — 128

Нассонова — 30, 31, 108, 150
Наталина — 80, 81
На Хомах — 68, 146, 160, 161
Нежданная — 136, 137
Неуймина — 119
Новоселка — 69

Обвальная — 39, 40, 99
Одесская-I — 81
Одесская-II — 80, 81, 150
Озерная — 11, 62, 64, 65, 69, 90, 91, 93, 100, 117, 121, 134, 146, 150, 160, 161, 162, 164
Оптимистическая — 11, 62, 66, 67, 69, 87, 90, 91, 92, 93, 97, 100, 103, 117, 146, 147, 150, 160, 161, 162
Орта-Кош — 133

Палласа — 113
Партизанская (Чатырдагская) — 40, 150
Партизанская (Айпетринская) — 121, 134
Партизанская (Долгоруковская) — 134
Паско-Саван — 8
Песчинка — 73
Пионерка — 71
Прекрасная — 57, 58
Провал — 45, 47, 108, 150, 151
Профсоюзная — 151

Резонансная — 151

Севастопольская — 31, 32, 151
Синяково-I — 137, 141
Скельская — 32, 33, 51, 99, 104, 108, 112, 122, 133, 137, 139, 146, 150, 164
Соколинская (Желтая, Коккозская) — 36, 37, 38, 44, 110, 133, 149, 150
Солдатская — 12, 50, 51, 52, 146, 150, 151, 157
Солотвинская — 60, 143
Спирадская — 133
Ставрикайская — 38, 120, 121, 132, 137, 139
Сталактитовая (Локитки, Тлумачская) — 8, 10, 70, 90, 117
Староселье — 127, 141
Сторчева-1, 2 — 79

Страдч — 137
Студенческая (пещера) — 73, 150
Студенческая (шахта) — 129
Суук (-Коба) — 8, 40, 133, 150
Сюндюрлю (-Коба) — 32, 34, 92, 132, 133
Сюрень-I — 127, 141
Сюрень-II — 128

Талаканская — 133
Тарханкутские — 82, 137, 139
Таш-Аир — 128
Терпи (-Коба) — 125, 133
Тиссовая — 51
Трехглазка — 35, 36, 123, 124, 125
Трещинная — 38
Трипольская — 75
Туакская (Фул, Кутуркайская) — 7, 91, 133, 134
Туфовая — 48
Тымкова Скала — 67, 150

Угринь — 61, 62, 146, 150, 160, 161
Узунджа — 32, 33, 34, 44, 108, 150
Узун (-Коба) — 133
Ухо Земли — 52, 151
Учунжу — 39, 40, 98

Фатьма (-Коба) — 128
Форосская — 29, 30, 31, 99

Хабазы — 123, 124
Харанлых (-Коба) — 8, 133

Харчига — 133
Ход Конем — 39, 40, 92, 120, 126, 151

Цапова Дюра — 69

Чагыр-Хосар — 133
Чернечьа — 78
Чернореченская — 29
Четырехглазка — 119, 123
Чокурча-4 — 54, 127, 141
Чурь-2 — 57, 58, 160
Чурь-3 — 57, 160

Шайтан (-Коба) — 127, 133, 141
Шан-Кая — 52
Шан (-Коба) — 128
Шершинская-1, 2 — 78

Эварницкого — 79
Эгиз-Тинах-I — 51, 52, 99, 105, 106, 150
Эгиз-Тинах-II — 49, 51, 52, 97, 99, 100, 106
Эгиз-Тинах-III — 49, 51, 52, 99, 101, 106, 112, 137, 138, 148, 149
Эмине-Баир (-Коба) — 8, 41, 42, 150, 151
Эмине-Баир-Хосар — 8, 41, 42, 99, 101, 103, 104, 112, 117, 121, 136, 137, 150, 151
Эмпирическая — 35, 94

Юбилейная (Крымская) — 51, 52, 150
Юбилейная (Подольская) — 67, 97, 146, 150, 160, 161, 162

Ябушкан (-Коба) — 133

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ УКРАИНЫ	7
РАЙОНИРОВАНИЕ КАРСТА УКРАИНЫ	14
ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ	19
ХАРАКТЕРИСТИКА КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ УКРАИНЫ	27
Горно-Крымская карстовая область	27
Предгорно-Крымская карстовая область	53
Карпатская карстовая область	55
Закарпатская карстовая область	59
Подольско-Буковинская карстовая область	60
Донбасская карстовая область	74
Криворожско-Кременчугская карстовая область	77
Восточно-Подольская карстовая область	78
Причерноморско-Азовская карстовая область	78
Равнинно-Крымская карстовая область	81
МИКРОКЛИМАТ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ	84
ОТЛОЖЕНИЯ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ	96
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКОМ И ЖИВОТНЫМИ	127
Археология карстовых пещер	127
Тафономия карстовых полостей	135
Фауна карстовых полостей	141
Карстовые полости и спелеотерапия	143
КАРСТОВЫЕ ПЕЩЕРЫ УКРАИНЫ И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОЛОГИИ	145
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	163
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	165
УКАЗАТЕЛЬ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ УКРАИНЫ	175

КАРСТОВЫХ ПОЛО-	5
КАСТИИ КАРСТОВЫХ	7
КА УКРАИНЫ . . .	14
КАСТИИ КАРСТОВЫХ	19
КОВЫХ ПОЛОСТЕЙ	27
КОВАЯ ОБЛАСТЬ	27
КАРСТОВАЯ ОБ-	53
БЛАСТЬ	55
ОБЛАСТЬ	59
КАРСТОВАЯ ОБ-	60
БЛАСТЬ	74
КАЯ КАРСТОВАЯ	77
КАРСТОВАЯ ОБ-	78
КА КАРСТОВАЯ	78
КАРСТОВАЯ ОБ-	81
ВЫХ ПОЛОСТЕЙ	84
ВЫХ ПОЛОСТЕЙ	96
ОВЫХ ПОЛОСТЕЙ	127
МИ	127
ЩЕР	135
ЛОСТЕЙ	141
Й	143
СПЕЛЕОТЕРАПИЯ	143
РАИНЫ И НЕКОТО-	145
РОСЫ ГЕОЛОГИИ	163
.	165
.	175
ПОЛОСТЕЙ УКРА-	175
.	

CONTENTS

PREFACE	5
THE HISTORY OF THE KARST CAVITIES STUDIES	7
KARST ZONATION OF THE UKRAINE	14
THE PRINCIPLES OF THE KARST CAVITIES CLASSIFICATION	19
THE CHARACTERISTIC OF THE KARST CAVITIES OF THE UKRAINE	27
The Mountain-Crimean karst region	27
The Foothill-Crimean region	53
The Carpathian karst region	55
The Transcarpathian karst region	59
The Podolian-Bukovinian karst region	60
The Donbas karst region	74
The Krivorozhian-Kremenchug karst region	77
The East-Podolian karst region	78
The Black-Sea Asov karst region	78
The Plain-Crimean karst region	81
THE MICROCLIMATE OF KARST CAVITIES	84
DEPOSITS OF KARST CAVITIES	96
UTILIZATION OF KARST CAVITIES BY MAN AND ANIMALS	127
Archaeology of karst caves	127
Tafonomy of karst cavities	135
Fauna of karst cavities	141
THE KARST CAVITIES AND SPELEOTHERAPY	143
THE KARST CAVES OF THE UKRAINE AND SOME PROBLEMATIC QUESTIONS OF GEOLOGY	145
CONCLUSION	163
REFERENCES	165
INDEX OF THE KARST CAVITIES OF THE UKRAINE	175

ВИКТОР НИКОЛАЕВИЧ ДУБЛЯНСКИЙ
АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ ЛОМАЕВ

КАРСТОВЫЕ ПЕЩЕРЫ УКРАИНЫ

Утверждено к печати
ученым советом
Института геологических наук
АН УССР

Редактор *А. С. Ещенко*
Редактор-библиограф *Л. П. Шевченко*
Оформление художника *В. Г. Самсонова*
Художественный редактор *И. Н. Косарева*
Технический редактор *А. М. Капустина*
Корректоры *В. С. Дворкина, Л. М. Тищенко*

Информ. бланк № 3272

Сдано в набор 13.11.79. Подп. в печ. 03.09.80.
БФ 00623. Формат $70 \times 90/16$. Бум. № 1. Лит.
гарн. Выс. печ. Физ. печ. л. 11,25 + 1 ч/б. вкл. +
+ 1,0 печ. л. цв. вкл. Усл. печ. л. 15,5. Уч.-
изд. л. 17,71. Тираж 1650 экз. Заказ 9—2619.
Цена 3 руб. 40 коп.

Издательство «Наукова думка».
252601. Киев, ГСП, Репина, 3.

Главное предприятие республиканского про-
изводственного объединения «Полиграфкнига»
Госкомиздата УССР, 252057, Киев-57, Дов-
женко, 3.