

# Пещеры



STATE COMMITTEE ON HIGHER EDUCATION  
OF THE RUSSIAN FEDERATION

Perm State University  
Karstology and Speleology Institute

PESHCHERY  
RESULTS OF INVESTIGATIONS

Interuniversity collection of scientific transactions

Perm 1993

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО  
ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

Пермский государственный университет  
Институт карстоведения и спелеологии

ПЕЩЕРЫ  
ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Межвузовский сборник научных трудов*

**Пещеры. Итоги исследований:** Межвуз. сб. науч. тр./Перм. ун-т.— Пермь, 1993, — 204 с.

**ISBN 5—230—09385—4**

В сборнике (выпуски 23—24) представлены итоги исследования пещер крупных регионов: Урала, Восточной Сибири, Крыма и др. Особое внимание уделяется Кунгурской ледяной пещере, методам ее изучения, использованию и охране.

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

*Peshchery. Results of investigations: Interuniversity collection of scientific transactions / Perm University. — Perm, 1993. — 204 p.*

Issues Nrs 23—24 present the results of caves investigations in large regions: the Urals and Priuraliye, Eastern Siberia, Crimea and others. The particular attention is given to Kungur Ice cave, methods of its study, utilization and protection. There is adduced the literature on karst and speleology published in 1990—1992.

Issue is intended for lecturers and students, engineers-geologists and hydrogeologists, who investigate karst areas.

Рецензент: Горный институт УрО РАН

Печатается по постановлению редакционно-издательского совета Пермского университета

#### **Редакционная коллегия**

**Г. В. Бельтюков, К. А. Горбунова** (Пермский университет) — ответственный редактор, **А. Б. Климчук** (Институт геологических наук АН Украины), **В. П. Костарев** (ВерхнеКамТИСИЗ), **И. А. Лавров** (Кунгурская лаборатория-стационар ГИ УрО РАН), **Н. Г. Максимович, И. И. Минькевич** (Пермский университет) — секретарь редколлегии.

**ISBN 5—230—09385—4**

© Пермский государственный университет, 1993

На первой странице обложки: слоистый покровный лед (Кунгурская пещера). Фото Е. П. Дорофеева.

На четвертой странице обложки: спелеолечебница на Первом Березниковском калийном руднике.

## ВВЕДЕНИЕ

В 1947 г. в Перми основан первый печатный орган по спелеологии— «Спелеологический бюллетень». В 1961 г. он преобразован в сборник «Пещеры». С 1961 по 1990 г. вышло 22 выпуска. С 5-го выпуска «Пещеры» являются печатным органом Института карстоведения и спелеологии, с 16-го — Всесоюзного института карстоведения и спелеологии, с 17-го выпуска издание представляет собой межвузовский сборник научных трудов по спелеологии.

Настоящий сборник, включающий два выпуска — 23 и 24, в первой части содержит обобщающие статьи о пещерах крупных регионов: Урала, Восточной Сибири, Забайкалья, Крыма, Западного Кавказа. В этих работах осуществляется спелеологическое районирование, анализируются литолого-структурные условия образования пещер, их типы, пещерные отложения, использование и охрана.

Вторая часть посвящена Кунгурской ледяной пещере, геологическим условиям ее формирования, динамике оледенения, результатам проводимых в ней научных исследований и экспериментов. Рассматриваются также вопросы спелеотерапии, охраны естественных подземных полостей.

В заключительной части сборника публикуются рецензии на отечественные и зарубежные издания, приводится библиография по карсту и спелеологии.

# ПЕЩЕРЫ

**И. А. Лавров, В. Н. Андрейчук**

Кунгурский стационар  
Горного института УрО РАН

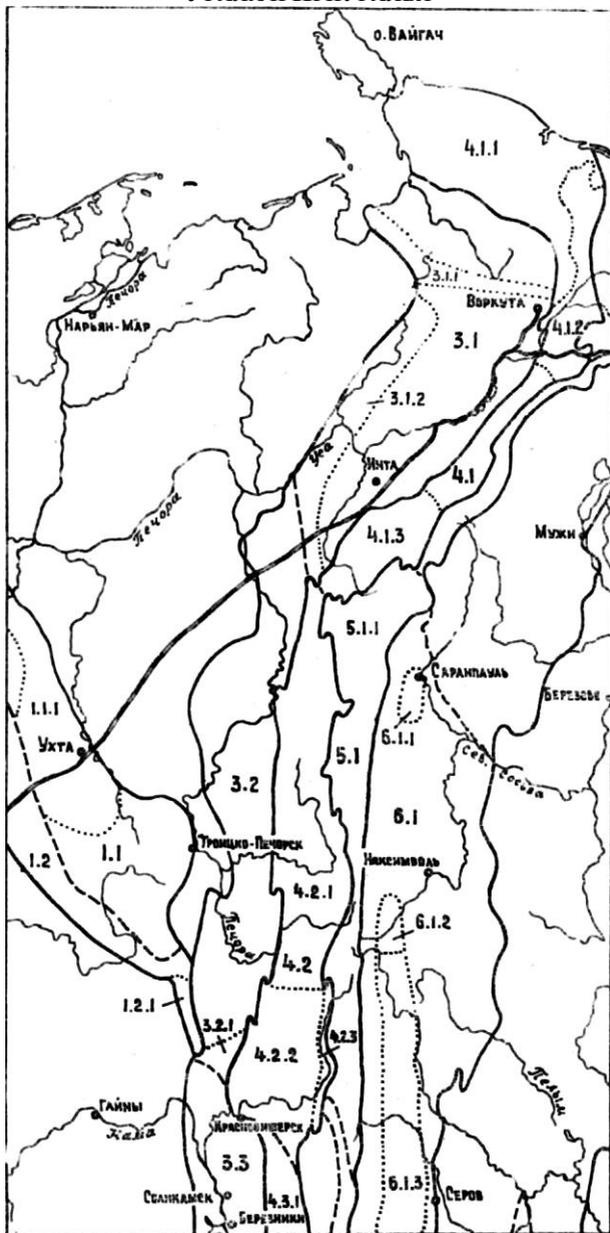
## ПЕЩЕРЫ УРАЛА И ПРИУРАЛЬЯ

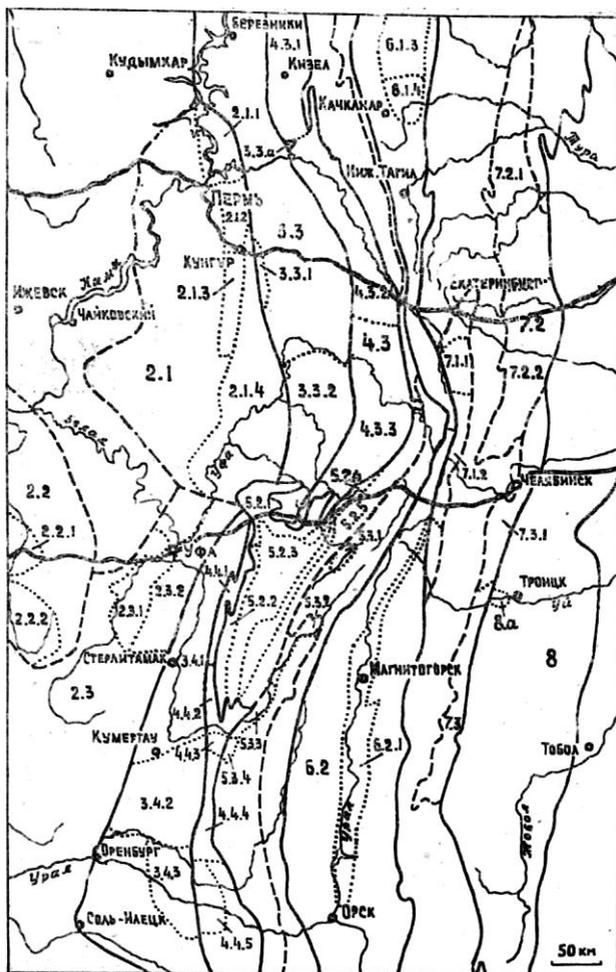
Уральские горы вытянуты с севера на юг более чем на 2000 км. Они состоят из сравнительно невысоких (высшая точка — гора Народная, 1894 м) меридионально вытянутых хребтов и увалов. На севере их орографическим и геологическим продолжением являются острова Новой Земли и Вайгач, на юге — Мугоджарские горы.

Субмеридиональное и меридиональное простирание хребтов и межгорных депрессий отражает закономерную смену с запада на восток крупных тектонических структур. На поверхность выходят дислоцированные породы палеозоя и рифея, среди которых не последнее место занимают карбонатные и сульфатные толщи, где формируются карстовые пещеры. Значительная трещиноватость горных пород, новейшие тектонические движения и, следовательно, интенсивные экзогенные процессы способствуют образованию пещер и в некарстующихся породах.

Различие геологической истории, тектоники, рельефа, климата и других факторов и компонентов природной среды предопределяет разнообразие условий формирования пещер. К настоящему времени Урал исследован в спелеологическом отношении очень неравномерно, особенно полярная и островная части. Предлагаемая схема (рис., табл. 1) отражает прежде всего степень изученности региона и со временем будет уточнена. При ее составлении авторы во многом исходили из существующих вариантов схем районирования карста и пещер [47, 62, 76, 78, 79, 80, 84, 92]. В основу выделения стран, провинций, областей, районов положен преимущественно тектонический принцип, что, на наш взгляд, спорно применительно к единицам мелкого ранга, например районам. Отмеченные особенности схемы определяют ее предварительный характер.

СХЕМА СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ  
УРАЛА И ПРИУРАЛЬЯ





**Условные обозначения :**

—	Границы	СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИХ	ПРОВИНЦИЙ
- - -	Границы	СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИХ	ОБЛАСТЕЙ
.....	Границы	СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИХ	РАЙОНОВ
2.1.3	Индекс	СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОГО	РЕГИОНА

## Восточно-Европейская спелеологическая страна

Тиманская спелеологическая провинция. Мало изучена. Известны преимущественно небольшие пещеры в известняках палеозоя (от девона до перми).

*Восточно-Тиманская спелеологическая область.* Пещеры обнаружены в Ухто-Ижемском спелеологическом районе. Самая протяженная (около 500 м) — Седьюская (табл. 2), вход в которую засыпан при добыче известняка [61]. Эшмесская пещера является древним святилищем (IX—X вв. н. э.) [88].

*Южно-Тиманская спелеологическая область.* Известна пещера протяженностью около 25 м в Ксенофоновском спелеологическом районе [82].

Волго-Уральская спелеологическая провинция. Одна из наиболее изученных. Пещеры развиты преимущественно в гипсах, ангидритах и известняках нижнепермского возраста.

*Спелеологическая область Камско-Башкирского мегасвода.*

Полазнинский спелеологический район. Известны пещеры в гипсовых берегах Камского водохранилища, большинство в зоне колебаний уровня воды [95, 96]. Пещера Малая Дивья имеет протяженность 1000 м [47]. Шахта Городищенский Провал глубиной 29 м образовалась в результате обрушения мергельной толщи над крупной полостью в гипсах [99].

Нижнесылвинский спелеологический район. Пещеры развиты в гипсах и ангидритах, реже (карстово-обвальные [75]) — в доломитах. Крупнейшая (протяженность 5700 м) и наиболее изученная Кунгурская Ледяная пещера является единственным на Урале оборудованным для экскурсий спелеообъектом [51, 52]. Выделяются своими размерами также пещеры Зуятская (1410 м) [28, 111], Кичменская Ледяная (470 м) [44, 86], Большая Мечкинская (350 м) [74]. Во многих пещерах имеются подземные ручьи и озера.

Иренский спелеологический район. Известно большое количество гипсовых пещер в долинах р. Ирень и ее притоков [92]. Длиннейшая пещера — Нижнемихайловская (1400 м) [5, 86].

Спелеологический район Уфимского плато. Пещеры развиты в нижнепермских известняках. Наибольшее их число выявлено в южной части плато, где находится и самая протяженная (621 м) — Усть-Атавская (Урмантауская) пещера [83]. Некоторые пещеры известны как археологические памятники — Сабакаевские [6], Бобылек [36, 118], грот Сухореченский [108, 118] и др.

Таблица 1

## Спелеологическое районирование Урала и Приуралья

Спелеологический регион				Вмещающие породы	Количество пещер	Суммарная протяженность пещер, м
Страна	Провинция	Область	Район			
Восточно-Европейская	1. Тиманская	1.1. Восточно-Тиманская	1.1.1. Ухто-Ижемский	известняк	4	522
		1.1.2. Южно-Тиманская	1.2.1. Ксенофонтовский	известняк	1	25
	2. Волго-Уральская	2.1. Камско-Башкирского мегасвода	2.1.1. Полазнинский	гипс, ангидрит, мергель	9	1366
			2.1.2. Нижнесыльвинский	гипс, ангидрит, доломит	78	10796
			2.1.3. Иренский	гипс, ангидрит, доломит	64	3823
			2.1.4. Уфимского плато	известняк	54	2747
		2.2. Татарского мегасвода	2.2.1. Туймазинский	гипс, ангидрит	6	598
			2.2.2. Белебеевско-Бижбулякский	известковый туф:	5	40
		2.3. Юго-Восточного склона Волго-Уральской антеклизы	2.3.1. Сергеевский	гипс, ангидрит	9	672
	2.3.2. Рязано-Охлебининский		гипс, ангидрит	21	3051	
	3. Предуральская	3.1. Воркутинская	3.1.1. Черновский	известняк	1	5
			3.1.2. Чернышевский	известняк	6	25
		3.2. Колво-Печорская	3.2.1. Колвинский	известняк	3	9890

Продолжение табл. 1

Спелеологический регион				Вмещающие породы	Количество пещер	Суммарная протяженность пещер, м	
Страна	Провинция	Область	Район				
Уральская		3.3. Уфимско-Соликамская	3.3.1. Кишертский	гипс, ангидрит, доломит	8	671	
			3.3.2. Юрюзано-Айский	известняк, песчаник	3	66	
			3.3.а. Опокинский участок	гипс, ангидрит	3	216	
		3.4. Вельская	3.4.1. Симско-Бельский	гипс, ангидрит, известняк	13	3674	
			3.4.2. Икско-Юшатырский	гипс, ангидрит	1	46	
			3.4.3. Саракташский	гипс, ангидрит	11	770	
		4 Западно-Уральская	4.1. Полярная	4.1.1. Пайхойский	известняк	1	3
				4.1.2. Верхнеусинский	известняк	1	10
				4.1.3. Кожимский	известняк, мрамор, сланец	9	397
	4.2. Северная		4.2.1. Печоро-Уральский	известняк	101	1901	
			4.2.2. Средневишерский	известняк	70	2464	
			4.2.3. Верхневишерский	известняк	5	422	
	4.3. Средняя		4.3.1. Кизеловско-Яйвинский	известняк, песчаник	227	25188	
			4.3.2. Пашийско-Чусовской	известняк	159	4134	
			4.3.3. Уфимского амфитеатра	известняк	163	12602	

Спелеологический регион				Вмещающие породы	Количество пещер	Суммарная протяженность пещер, м
Страна	Провинция	Область	Район			
Уральская		4.4. Южная	4.4.1. Зилимо-Инзерский	известняк	92	8236
			4.4.2. Бельско-Нугушский	известняк	193	9072
			4.4.3. Мало-Икский	известняк	22	2405
			4.4.4. Ассельско-Ускалымский	известняк	5	247
			4.4.5. Зиянчурирский	гипс, ангидрит	1	26
	5. Центрально-Уральская	5.1. Ляпинско-Кутимская	5.1.1. Ляпинская	мрамор	1	100
			5.2. Башкирского мегантиклинория	5.2.1. Каратауский	известняк, песчаник, мергель	91
		5.2.2. Зилимо-Шишнянский		известняк	32	2076
		5.2.3. Инзеро-Нугушский		известняк, мергель	14	3094
		5.2.4. Сулеинский		известняк	6	103
		5.2.5. Тараташко-Ямантауский		кварцит, конгломерат, сидерит	10	287
		5.3. Зилаирско-Эмбенская	5.3.1. Верхнеюрюзанский	известняк	3	276
			5.3.2. Белорецкий	известняк	6	244
			5.3.3. Прибельский	известняк	72	10342
			5.3.4. Приикский	известняк	36	4239

Спелеологический регион				Вмещающие породы	Количество пещер	Суммарная протяженность пещер, м	
Страна	Провинция	Область	Район				
Уральская	6. Тагильско-Магнитогорская	6.1. Тагильская	6.1.1. Ятринский	известняк	4	210	
			6.1.2. Северо-Сосьвинский	известняк	1	5	
			6.1.3. Североуральский	известняк	45	1952	
			6.1.4. Туринский	известняк	14	129	
	6.2. Магнитогорская	6.2.1. Кизильский	известняк	7	717		
		7. Восточно-Уральская	7.1. Сысертско-Ильменогорская	7.1.1. Сысертский	сланцы, гнейсы, амфиболиты	10	25
				7.1.2. Вишневогорско-Ильменогорский	гранит, миаскит, мрамор	8	164
		7.2. Алапаевско-Теченская	7.2.1. Алапаевско-Режевский	известняк	27	789	
	7.2.2. Сухоложско-Каменский		известняк	111	1564		
	7.4. Копейско-Брединская	7.3.1. Увельский	известняк	24	947		
	8. Зауральская		8.а. Троицкий участок	серпентинит	1	10	
				Итого	1872	83524	

*Спелеологическая область Татарского мегасвода.*

Туймазинский спелеологический район. Существуют пещеры в гипсово-ангидритовой толще на правом берегу р. Ик, длиннейшая среди них — Крясь-Тишек (Московская, 172 м) [32, 103, 110]. Некоторые пещеры уничтожены при добыче гипса.

Белебеевско-Бижбулякский спелеологический район. Известны небольшие пещеры в известковом туфе [81].

*Спелеологическая область юго-восточного склона Волго-Уральской антеклизы.* Для нее характерны гипсовые пещеры.

Сергеевский спелеологический район. Наиболее известна Благовещенская пещера протяженностью 300 м [114].

Рязано-Охлебининский спелеологический район. Длиннейшая пещера — Большая Курманаевская (850 м) [53, 65]. Пещера Чертова Бездна глубиной 66 м является глубочайшей среди гипсовых пещер Приуралья (по данным Ю. В. Соколова).

### **Уральская спелеологическая страна**

Предуральская спелеологическая провинция. Пещеры развиты в гипсах и ангидритах, реже — в известняках и песчаниках.

*Воркутинская спелеологическая область.* Мало изучена. В Чернышевском спелеологическом районе известны Адакские пещеры, являющиеся археологическими памятниками. Описана небольшая пещера на р. Воркута в Черновском спелеологическом районе [21].

*Колво-Печорская спелеологическая область.* Пещеры выявлены в Колвинском спелеологическом районе. Из них широко известна пещера Дивья, одна из наиболее протяженных (9750 м) и красивых на Урале [47, 54, 106].

*Уфимско-Соликамская спелеологическая область.*

Кишертский спелеологический район. Распространены гипсовые пещеры. Крупнейшая пещера — Варсанофьевой (200 м) [67]. Уникальна Поляковская пещера с гипсовыми натекми (коры, цветы, сталактиты).

Юрюзано-Айский спелеологический район. Отмечены небольшие пещеры. Наибольший интерес представляют колодцы и шахты в песчаниках, происхождение которых до конца не выяснено (Улькундинский Колодец глубиной 32 м) [64, 107].

Опокинский спелеологический участок. Наряду с мелкими известна Большая Опокинская пещера протяженностью 188 м [1, 86].

*Бельская спелеологическая область.* Известны пещеры в гипсах и ангидритах, реже — известняках.

Симско-Бельский спелеологический район. Наиболее изучена пещера Ищевская Система протяженностью 1002 м [65, 73]. В 1992 г. спелеологи г. Салавата исследовали несколько новых пещер, длиннейшие из которых Шальная (1000 м) и Урняк (> 1000 м) [109].

Иско-Юшатырский спелеологический район. Известна пещера Идеальная протяженностью 46 м (по данным Ю. В. Соколова).

Саракташский спелеологический район. Отмечены пещеры в гипсах и ангидритах. Длиннейшей является пещера Подарок (330 м по съемке

Оренбургских спелеологов), находящаяся в 10 км к югу от станции Кандуровка Южно-Уральской железной дороги.

Западно-Уральская спелеологическая провинция. Занимает первое место на Урале по количеству и суммарной протяженности пещер. Характерны пещеры в карбонатных породах.

*Полярная спелеологическая область.* Мало изучена. Пещеры обнаружены в известняках, мраморах и сланцах.

Пайхойский спелеологический район. Известна небольшая пещера на р. Кара [112].

Верхнеусинский спелеологический район. Описана пещера протяженностью 10 м на правом берегу р. Уса [102].

Кожимский спелеологический район. Отмечены пещеры в бассейнах рек Кожим и Лемва. Длиннейшая пещера — Лемвинская, находящаяся на правом берегу Лемвы на 20 км ниже устья р. Малая Надота. Пещера заложена в каменноугольных известняках и имеет протяженность 207 м. Она исследована А. З. Бикбаевым. Интересна пещера в ордовикских сланцах на правом берегу Кожима (5 м). Встречаются пещеры-поноры, вход в которые часто перекрыт моренными отложениями.

*Северная спелеологическая область.* Наиболее изучены пещеры в долинах крупных рек.

Печоро-Уральский спелеологический район. Пещерам района посвящена монография [49]. Наиболее известны пещеры рек Печора, Унья и Илыч, среди которых выделяются Медвежья (480 м) и Уньинская (390 м) — археологические памятники верхнего палеолита со скоплениями костей плейстоценовой фауны (пещерный медведь, тигролев и др.). Канинская пещера является святилищем эпох бронзы, раннего железа и средневековья [61].

Средневишерский спелеологический район. В последние годы активно исследуется спелеологами. Крупнейшие пещеры — Еранка (> 500 м), Язьвинская (300 м) [47, 68], Черная (190 м) [72], Органная (120 м) [47, 92]. Пещера Чурочная (10 м) образовалась в конгломератах.

Верхневишерский спелеологический район. Известны пещеры в долине р. Вишера. Длиннейшая — Большая Велсовская (280 м) [47, 92].

*Средняя спелеологическая область.* Одна из самых изученных. Характерны пещеры в известняках.

Кизеловско-Яйвинский спелеологический район. Наиболее исследован [85, 92]. Длиннейшие пещеры — Кизеловская Вишерская (7600 м) [35, 47], Геологов-2 (3400 м) [30], Российская (1450 м) [27], Темная (1300 м) [47, 87], Мариинская (1000 м) [29, 72, 101]. Все крупные пещеры развиты в известняках визейского яруса нижнего карбона. В некоторых пещерах обнаружены значительные скопления костей пещерного медведя. (Кизеловская и Усьвинская Медвежьи, Тайн, Нагорнская Ледяная и др. [9, 13, 26, 34, 66]). Пещеры Копижная (Чаньвинская), Подземных Охотников, Белый Грот (Близнецова), грот Столбовой являются археологическими памятниками [10, 11, 13, 25, 105]. Известны также небольшие псевдокарстовые пещеры в песчаниках [69].

Пашийско-Чусовской спелеологический район. Длиннейшие из изученных пещер — Большая Пашийская (522 м) [56, 86], Чудесница (512 м) [47, 97] и Голубое Озеро (240 м) — глубочайший воклюз на Урале (56 м по данным С. С. Евдокимова). Многие пещеры являются археологическими памятниками — Дыроватого Камня (Скалолазов) [7, 100], Большая Глухая [50] и др.

Спелеологический район Уфимского амфитеатра. Длиннейшие пещеры района — Шемахинская-1 (1660 м) и Шемахинская-2 (1510 м) — входят в большую подземную гидрографическую систему [72, 73]. Третья по протяженности пещера — Шумиха (1120 м) — представляет собой искусственно осушенный карстовый канал зоны сифонной циркуляции, уходящий на глубину свыше 70 м ниже уровня дренирующей р. Ай [17, 72]. В Станционной (Усть-Катавской, 210 м) пещере обнаружены кости вымерших животных — мамонта, шерстистого носорога, пещерного медведя [17, 24]. В пещере Бурановской открыто погребение эпохи бронзы [23].

*Южная спелеологическая область.*

Зилимо-Инзерский спелеологический район. Длиннейшей в районе (8000 м) и глубочайшей на Урале (амплитуда 220 м по данным П. Миненкова, табл. 3) является пещера Победа (Киндерлинская) [2, 54]. Выделяются размерами пещеры Сухая Атя (2130 м) [17, 58, 73] и Октябрьская (1523 м) [98]. В пещере Ленинская Ледяная находится самый крупный на Урале подземный ледник [33].

Бельско-Нугушский спелеологический район. Наиболее изучены пещеры Кутукского урочища, где обнаружена длиннейшая на Урале (9860 м) пещера-пропасть Сумган (Сумган-Кутук) [45, 72]. Капова пещера (2640 м) знаменита настенной живописью эпохи палеолита и археологическими находками [8, 31, 77]. Из других крупных пещер можно отметить Хлебодаровскую (Подарочную) протяженностью 3550 м [116], Зигзаг (2500 м), Кутукскую-2 (2050 м), Кутукскую-4 (1869 м), Олимпию (1380 м) и Грез (1154 м) [98].

Мало-Икский спелеологический район. Отмечены преимущественно небольшие пещеры. Длиннейшими являются Ташлуй (450 м) и Холодная Яма (410 м) [98].

Асельско-Ускалымский спелеологический район. Пещеры описаны В. И. Мартиным [83]. Протяженность их до 73 м (пещера Альян-Тау-1).

Зиянчуринский спелеологический район. Изучена пещера Кмогузинская в гипсах и ангидритах протяженностью 26 м (по данным Л. Н. Федотова)—самая южная в Уральской спелеологической стране.

Центрально-Уральская спелеологическая провинция. Распространены как карстовые (в карбонатных породах), так и псевдокарстовые пещеры.

*Ляпинско-Кутимская спелеологическая область.* В Ляпинском спелеологическом районе исследована пещера Пуйвинская с гидротермальной минерализацией (кварц) протяженностью 100 м [4]. Область имеет хорошие спелеологические перспективы.

*Спелеологическая область Башкирского мегантиклинория.*

Каратауский спелеологический район. Наиболее изучен. Здесь известны такие крупные пещеры, как Киселевская (Чебаевского, протяженность 126 м) [14, 15, 16, 115] и Соломенная (1168 м) [14, 16, 43]. В Игнатьевской пещере (590 м) обнаружены рисунки древнего человека [12, 15, 90, 91]. Интересна Эссюмская пещера (215 м) — фрагмент подземного русла исчезающей реки Сим [15, 18, 20]. Пещера Шаломановская (Комариная, Уральская) [17, 19] образовалась в массиве рифейских песчаников и является длиннейшей (475 м) псевдокарстовой пещерой Урала.

Зилимо-Шишенянский спелеологический район. Длиннейшая пещера — Кулембят-3 (447 м) [98].

Инзеро-Нугушский спелеологический район. Наиболее известна пещера Кызыл-Яровская (Максимовича), длиннейшая в области (2217 м) [73].

Сулейнинский спелеологический район. Длиннейшая пещера — Аверкиева Яма (130 м) [17].

Тараташко-Ямантауский спелеологический район. Развита псевдокарстовые пещеры [69]. Здесь находится крупнейшая на Урале пещера в кварцитах — Кварцитная — протяженностью 160 м [17, 18, 19]. Интересны Сидеритовая пещера (26 м) в сидеритах [3] и пещера Колыбельная (50,5 м) в конгломератах [19].

*Зилаирско-Эмбенская спелеологическая область.* Известны пещеры в известняках.

Верхнеурюзанский спелеологический район. Изучены пещеры Александровская (108 м) [18], Каменная Балка (108 м) [17], Капкан (59 м).

Белорецкий спелеологический район. Известны небольшие пещеры, длиннейшая — Кадышская (74 м) [98].

Прибельский спелеологический район. Активно исследуется спелеологами. Наиболее протяженные пещеры — Пропащая Яма (3218 м, по данным уфимских спелеологов), Калкаман-Тишек (Большая Тимировская, 1200 м) [63] и Сказка (1160 м) [73].

Приикский спелеологический район. Большое количество пещер в долине р. Большой Ик. Длиннейшая пещера района — Новомурадымовская (2300 м) — пройдена по подземному ручью от понора до источника [109]. В пещере Копченая (Старомурадымовская) (210 м) [72] обнаружена наскальная живопись.

Тагильско-Магнитогорская спелеологическая провинция. Недостаточно изучена. Известны пещеры в известняках.

*Тагильская спелеологическая область.*

Ятринский спелеологический район. Исследованы небольшие пещеры, длиннейшая — Люльинская (140 м) [70].

Северо-Сосьвинский спелеологический район. Известна пещера в скале Уангрнел в окрестностях пос. Усть-Манья [46,60].

Североуральский спелеологический район. Длиннейшая пещера — Юртищенская (400 м, по сообщению А. З. Бикбаева), находящаяся в 20 км к северо-западу от г. Ивделя, на левом берегу р. Ивдель на 0,7 км севернее Талицких источников. Некоторые пещеры являются археологическими памятниками (Лаксейская, Шайтанская, Жилище Сокола и др.) [22,57, 93, 113].

Туринский спелеологический район. Выявлены небольшие пещеры. Длиннейшая — Карелинская (40 м) [42].

*Магнитогорская спелеологическая область.* Известны пещеры в Кизильском спелеологическом районе [89]. Наибольший интерес представляет пещера Южная — длиннейшая (536 м) и глубочайшая (50 м) в провинции [15]. Интересный памятник археологии — Таналыкская пещера [48] — затоплен при сооружении Ириклинского водохранилища на р. Урал.

Восточно-Уральская спелеологическая провинция.

*Сысертско-Ильменогорская спелеологическая область.* Развита преимущественно псевдокарстовые пещеры.

Сысертский спелеологический район. Известны небольшие абразионные гроты на берегах оз. Иткуль [19].

Вишневогорско-Ильменогорский спелеологический район. Отмечены пещеры в магматических и метаморфических породах. Выделяется пещера Сугомакская — длиннейшая на Урале в мраморах (123 м) [17, 104]. Уникальны пещеры Савельев Грот (10 м) в миаскитах [19, 59], Пугачевский Грот (9 м) в гранитах (на оз. Тургояк, по данным М. А. Бортникова).

*Алапаевско-Теченская спелеологическая область.* Известно большое количество пещер в известняках карбона.

Алапаевско-Режевский спелеологический район. Известны пещеры в долинах рек Нейва и Реж [38, 39, 57, 72, 119]. Длиннейшие пещеры — Сокольево-Плитная (200 м), Опасная (130 м) и Цезаря (100 м) [140].

Сухоложско-Каменский спелеологический район. Самый насыщенный пещерами район в провинции [41, 117]. Длиннейшая пещера — Смоленская (580 м) [71, 73]. В некоторых пещерах — Гебауэра [37], Зотинской [94] и других — обнаружены археологические остатки.

*Копейско-Брединская спелеологическая область.* Пещеры описаны в Увельском спелеологическом районе. Наиболее протяженные — Притон (131 м) [16] и Большой Жемеряк (Пастухов, 118 м) [17, 72].

Зауральская спелеологическая провинция. Известна пещера Пугачевская (10 м) в серпентинитах на р. Уй в окрестностях г. Троицка (Троицкий участок) [17, 19, 55].

В настоящее время на территории Урала и Приуралья известно более 1800 пещер суммарной протяженностью 183 км. Большая часть пещер (86%) образована в карбонатных породах, 12% их — в гипсах и ангидритах, 2% приходится на пещеры некарстового происхождения. Типичны горизонтальные и наклонные пещеры, вертикальные, же (колодцы, шахты, пропасти) встречаются значительно реже. На Урале встречены все типы пещерных отложений, в том числе такие редкие их виды, как пещерный жемчуг, арагонит, гипсовые кристаллы. Часто отмечаются скопления костей современных и вымерших животных, нередко археологические находки. Уже в нескольких пещерах обнаружена наскальная живопись.

Таблица 2

### Длинейшие пещеры Урала и Приуралья

п. п.	Название	Спелеологический район	Проженность, м	Амплитуда, м
1	Сумган (Сумган-Кутук)	Бельско-Нугушский	9860	130
2	Дивья	Колвинский	9750	28
3	Победа (Киндерлинская)	Зилимо-Инзерский	8000	220
4	Кизеловская Виашерская	Кизеловско-Яйвинский	7600	45
5	Кунгурская Ледяная	Нижнесылвинский	5700	30
6	Хлебаровская (Подарочная)	Бельско-Нугушский	3550	48
7	Геологов-2	Кизеловско-Яйвинский	3400	130
8	Пропащая Яма	Прибельский	3218	90
9	Шульган-Таш (Капова)	Бельско-Нугушский	2640	103
10	Зигзаг	»	2500	120
11	Новомурадымовская	Приикский	2300	108
12	Кызыл-Яровская (Максимовича)	Инзеро-Нугушский	2217	25
13	Сухая Атя	Зилимо-Инзерский	2130	56
14	Кутукская-2 (Сталактитовая)	Бельско-Нугушский	2050	110
15	Кутукская-4	»	1869	155
16	Шемахинская-1 (Сказ-1)	Уфимского амфитеатра	11660	20
17	Октябрьская	Зилимо-Инзерский	1523	98
18	Шемахинская-2 (Сказ-2)	Уфимского амфитеатра	1610	40
19	Российская	Кизеловско-Яйвинский	1450	80
20	Зуютская	Нижнесылвинский	1410	20
21	Нижнемихайловская	Иренский	1400	9
22	Олимпия	Бельско-Нугушский	1380	101
23	Темная	Кизеловско-Яйвинский	1300	144
24	Киселевская (Чебаевского)	Каратауский	1260	37
25	Калкаман-Тишек (Большая Тимировская)	Прибельский	1200	714
26	Соломенная	Каратауский	1168	18
27	Сказка	Прибельский	1160	35
28	Грез	Бельско-Нугушский	1154	91

Окончание табл. 2

п. п.	Название	Спелеологический район	Проженность, м	Амплитуда, м
29	Шумиха	Уфимского амфитеатра	1120	74
30	Ищевская Система	Симско-Вельский	1002	20
31	Урняк	»	>1000	
32	Шальная	»	1000	
33	Мариинская	Кизеловско-Яйвинский	1000	47
34	Малая Дивья	Полазнинский	1000	6
36	Большая Курманаевская	Рязано-Охлебининский	850	3
36	Куэшта	»	800	22
37	Леднева	Зилимо-Инзерский	766	70
38	Кизеловская Медвежья	Кизеловско-Яйвинский	710	35
39	Усть-Атавская (Урмантауская)	Уфимского плато	621	36
40	Голубая	Прибельский	617	34
41	Ребристая	Кизеловско-Яйвинский	600	40
42	Игнатьевская	Каратауский	590	15
43	Большая Махневская	Кизеловско-Яйвинский	584	20
44	Смолинская	Сухоложско-Каменский	580	36
45	Комсомольская	Каратауский	546	78
46	Южная	Кизильский	536	50
47	Муйнак-Гаш	Бельско-Нугушский	526	38
48	Большая Пашийская	Пашийско-Чусовской	522	30
49	Кутукская-1 (Ледяная)	Бельско-Нугушский	520	65
50	Чудесница	Пашийско-Чусовской	512	12
31	Еранка	Средневишерский	>500	50
52	Обвальная (Максимовича)	Кизеловско-Яйвинский	500	49
53	Дружба	Уфимского амфитеатра	500	20
54	Седьюская *	Ухто-Ижемский	500	

**Примечание.** \* Вход в пещеру засыпан.

## Глубочайшие пещеры Урала и Приуралья

п. п.	Название	Спелеологический район	Амплитуда, м	Протяженность, м
1	Победа (Киндерлинская)	Зилимо-Инзерский	220	8000
2	Кутукская-4	Бельско-Нугушский	155	1869
3	Темная	Кизеловско-Яйвинский	144	1300
4	Сумган (Сумган-Кутук)	Бельско-Нугушский	130	9860
5	Геологов-2	Кизеловско-Яйвинский	160	13400
6	Зигзаг	Бельско-Нугушский	120	2500
7	Кутукская-2 (Сталактитовая)	»	110	2050
8	Камышактынская	Прибельский	110	476
9	Новомурадымовская	Приикский	108	2300
10	Шульган-Таш (Капова)	Бельско-Нугушский	103	2640
11	Олимпия	»	101	1380
12	Октябрьская	Зилимо-Инзерский	98	1523
13	Нежная	»	97	278
14	Кулембят-3	Зилимо-Шишнякский	94	447
15	Грез	Бельско-Нугушский	91	1154
16	Пропавшая Яма	Прибельский	90	3218
17	Российская	Кизеловско-Яйвинский	80	1450
18	Комсомольская	Каратауский	78	564
19	Крутая	Бельско-Нугушский	78	130
20	Косьвинская	Кизеловско-Яйвинский	76	143
21	Свадебная	Бельско-Нугушский	75	450
22	Ключ	»	75	260
23	Краснодарская	»	75	120
24	Калкаман-Тишек (Большая Тимировская)	Прибельский	74	1200
25	Шумиха	Уфимского амфитеатра	74	1120
26	Леднева	Зилимо-Инзерский	70	766
27	Красноармейская	Прибельский	70	97
28	Чертова Бездна	Рязано-Охлебининский	66	130
29	Кутукская-1 (Ледяная)	Бельско-Нугушский	65	520

п. п.	Название	Спелеологический район	Амплитуда, м	Протяженность, м
30	Олимпийская	Каратауский	65	274
31	Наклонная (Колочая)	Кизеловско-Яйвинский	65	170
32	Куница	»	65	150
33	Садьковская	Уфимского плато	65	133
34	Параллельная	Кизеловско-Яйвинский	63	425
35	Охотничья	Бельско-Нугушский	63	233
36	Холодная Яма	Мало-Икский	62	410
37	Кутукская-3	Бельско-Нугушский	62	85
38	Дальняя	Зилимо-Инзерский	60	400
39	Большая Поньшская	Пашийско-Чусовской	60	188
40	Винтовая	Бельско-Нугушский	59	270
41	Молодежная	Уфимского амфитеатра	59	220
42	Рая	Бельско-Нугушский	58	290
43	Бришский Провал	»	58	260
44	Усаклинская	Зилимо-Инзерский	58	98
45	Шахта Косолапкина	Каратауский	57	159
46	Сухая Атя	Зилимо-Инзерский	56	2130
47	Голубое Озеро	Пашийско-Чусовской	56	240
48	Костоватик	Кизеловско-Яйвинский	56	>60
49	Кара-Мала (Каратыщ)	Зилимо-Инзерский	54	206
50	Резонансная	Каратауский	52,5	54
51	Южная	Кизильский	50	536
52	Еранка	Средневишерский	50	>500
53	Надежда	Уфимского амфитеатра	50	250
54	Лунная	Зилимо-Шишнякский	60	150

Повсеместно встречаются постоянные подземные наледи («пещерные ледники»), сезонные льды (в зимнее время) характерны для подавляющего большинства уральских пещер. Богат и разнообразен подземный животный мир, наиболее яркими представителями которого являются летучие мыши. Все это, несмотря на преимущественно небольшие размеры уральских пещер, определяет их научную и эстетическую ценность.

На Урале, как и в 6 других регионах России, остро стоит вопрос охраны пещер, который непосредственно связан с проблемой их использования. Многолетняя бесконтрольная эксплуатация пещер как туристско-экскурсионных объектов нанесла большой ущерб подземному миру. Значительно пострадало натечное убранство пещер, расхищены богатейшие скопления костей древних животных, распуганы современные подземные обитатели. Во многих пещерах скопились целые горы мусора. Некоторые ценные пещеры уничтожены в результате карьерных разработок. Полностью восстановить утраченное теперь вряд ли удастся, но предотвратить дальнейшее разграбление пещер возможно. Для этого в первую очередь необходимо объявить наиболее ценные пещеры государственными памятниками природы (сейчас таковыми являются лишь около 5% пещер) и организовать их действенную охрану. Крупные пещеры, особенно расположенные близ транспортных артерий, целесообразно было бы использовать по согласованию с учеными для туристско-экскурсионного бизнеса. Одним из способов сохранения пещер является также их использование в научных целях как природных подземных лабораторий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агашков В. И., Трушников М. С. Опокинские пещеры; Пещеры/Перм. ун-т. Пермь, 1965. Вып. 5 (6).
2. Андреев А. С. Пещера «Победа» // Карст Южного Урала и Приуралья. Уфа, 1978.
3. Андрейчук В. Н., Ковальчук А. И., Лавров И. А. Пещера в сидеритах // Пещеры. Проблемы изучения: Межвуз. сб. науч. тр./ Перм, ун-т. Пермь, 1990.
4. Андрейчук В.Н., Лавров И. А. Пуйвинская пещера и проблема гидротермального карста Рутилового плато (Приполярный Урал) // Изучение уральских пещер: Докл. конф. Пермь, 1992.
5. Андрейчук В.Н., Яцына И. И. Нижнемихайловская гипсовая пещера // Изучение уральских пещер: Докл. конф. Пермь, 1992.
6. Археологическая карта Башкирии. М., 1976.
7. Бадер О.Н. Археологическое изучение пещер и скалистых убежищ в Советском Союзе // Общие вопросы карстоведения. М.: Изд-во АН СССР, 1962,
8. Бадер О.Н. Каповая пещера: Палеолитическая живопись. М.: Наука, 1965.
9. Бадер О.Н. Пещера со скоплениями костей пещерных медведей на Северном Урале // Бюл. комис. по изуч. четвертичного периода. М.: Изд-во АН СССР. 1958. Вып. 22.
10. Бадер О. Н. Северная палеолитическая экспедиция // Археологические открытия 1967 года. М.: Наука, 1968.
11. Бадер О.Н. Северная палеолитическая экспедиция // Археологические открытия 1968 года. М.: Наука, 1969.

12. Бадер О. Н. Следы палеолита в пещере Ямазы-таш (Игнатиевской) на Южном Урале // Первобытная археология — поиски, находки. Киев: Наукова думка, 1980.
13. Балашенко Л. Л., Оборин В. А. Археологическое обследование пещер Пермской области в 1965 году // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1965. Вып. 5 (6).
14. Баранов С.М. В царстве Плутона // Уральский меридиан. Челябинск; Юж.-Урал. кн. изд-во, 1986.
15. Баранов С.М. Колумбы шестого океана. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1987.
16. Баранов С.М. Новые исследования пещер Челябинской области // Край родной. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1976.
17. Баранов С.М. Пещеры — памятники природы // Памятники природы Челябинской области. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1987.
18. Баранов С. М., Подземные дворцы царства Плутона // Природа и мы. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1983.
19. Баранов С. М. Уникальные пещеры Челябинской области по генезису и вмещающим породам // Изучение уральских пещер: Докл. конф. Пермь, 1992.
20. Баранов С. М., Сабуренков Е. А., Алексеевских А. Н. Пещера Эссюмская — часть подземного течения реки Сим // Изучение уральских пещер: Докл. конф. Пермь, 1992.
21. Барыгин В. М. Подземные воды Воркутинского района. М.; Изд-во АН СССР, 1953.
22. Берс Е. М. Никито-Ивдельские находки // Первое Уральское Археологическое Совещание. Молотов, 1948.
23. Бибииков С. Н. Пещерные палеолитические стоянки бассейна р. Юрюзани (Ю. Урал) // Краткие сообщ. Ин-та истории материальной культуры. М.: Изд-во АН СССР, 1940. Вып. 3.
24. Бибииков С. Н. Раскопки Усть-Катавской костеносной пещеры и археологическое обследование правобережья р. Катан в районе поселка Усть-Катав (Южный Урал) // Материалы и исследования по археологии СССР. 1941. № 2.
25. Близнацев Е. П. Пещера Подземных Охотников // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1964. Вып. 4 (5).
26. Близнацев Е. П., Лавров И. А. Новые костеносные пещеры Среднего Урала // Вопросы Уральской спелеологии: Тез. докл. Перм.:, 1989.
27. Валуйский С.В., Белокрыс И. А. Пещера Российская (Обвальная-2) // Пещеры. Методика изучения: Межвуз. сб. науч. тр./Перм. ун-т. Пермь, 1986.
28. Валуйский С. В., Родионов В. В., Евдокимов С. С. Пещеры Пермской области / Фонд Ин-та карстоведения и спелеологии при Перм. ун-те. Пермь, 1988,
29. Валуйский С. В., Родионов В. В., Евдокимов С. С. Пещеры Пермской области // Пещеры. Проблемы изучения: Межвуз. сб. науч. тр./Перм. ун-т. Пермь, 1990.
30. Валуйский С. В., Родионов В. В., Мичков П. Л. Пещера Геологов-2 // Пещеры. Методика изучения: Межвуз. сб. науч. тр./Перм. ун-т. Пермь, 1986.
31. Вахрушев Г. В. Загадки Каповой пещеры. Уфа: Изд-во БашФАН, 1960.
32. Вахрушев Г. В. Ледяные пещеры Башкирии в гипсах и ангидритах // Пещеры /Перм. ун-т. Пермь, 1965. Вып. 5 (6).

33. Вахрушев Г. В. Ледяные пещеры в карбонатных породах Башкирии // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь. 1972; Вып. 12—13.
34. Верещагин Н. К. Записки палеонтолога. М.: Наука,
35. Власов В. А., Зыков В. П., Кузьминых В. С Новые исследования Кизеловской пещеры // Пещеры / Перм. ун-т. 1974. Вып. 14—15.
36. Волокитин А. В., Смирнов Н. Г., Широков Тихонова Н. Р. Грот Бобылек — новый памятник конца верхнего палеолита на Среднем Урале // Палеоэкология и расселение древнего человека в Северной Азии и Америке: Матер, междунар. симпоз. Красноярск, 1992.
37. Гебауэр Ф. Ю. Зачетка о некоторых костеносных пещерах на берегах реки Пышма // Горный журнал. Спб., 1980. Т. 2.
38. Гевирц М. И. Пещеры Алапаевского карстового района // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1963.
39. Гевирц М. И. Пещеры Режевского карстового района // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь. 1972. Вып. 12.
40. Гевирц М. И. Пещеры Свердловской области // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1972. Вып. 1.2.
41. Гевирц М. И. Пещеры Сухоложско-Каменского карстового района в Свердловской области // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1962. Вып. 2.
42. Гевирц М. И. Пещеры Туринского карстового района // Вопросы карстования. Пермь, 1969. Вып. 1.
43. Гидрогеология СССР. Т. 14: Урал. М.: Недра, 1972.
44. Гинин В. В., Охупкин В. Г., Щеглов В. Д. Кичменская ледяная пещера // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1963. Вып. 3.
45. Голубев С. И., Лобанов Ю. Е., Труба С. Б. и др. Пещеры Кутукского урочища в Башкирии // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1976. Вып. 16.
46. Гонтадди Н. Л. Следы язычества у инородцев Северо-Западной Сибири. М., 1888.
47. Горбунова К. А., Андрейчук В. Н., Костарев В. П., Максимович Н. Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1992,
48. Граков Б. Н. Отчет о работах в районе проектируемых Южноуральских гидроэлектростанций // Изв. Гос. академии истории материальной культуры. 1935. Вып. 109.
49. Гуслицер Б. И., Канивец В. И. Пещеры Печорского Урала. М.; Л.: Наука, 1965.
50. Гуслицер Б. И., Мельничук А. Ф., Павлов П. Ю. Исследование палеолита в Пермском Приуралье // Археологические открытия 1984 года. М.: Наука, 1986.
51. Дорофеев Е. П., Андрейчук В. Н. Кунгурская ледяная пещера: Библиографический справочник / УрО АН СССР. Кунгур, 1991.
52. Дорофеев Е. П., Андрейчук В. Н., Вейсман Л. И., Бобров А. Б. Кунгурская ледяная пещера: Фотоальбом. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1990.
53. Дорофеев К. П., Лукин В. С. Курманаевские пещеры // Пещеры/Перм. ун-т. Пермь, 1970. Вып. 8—9.
54. Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР. М.: Паука, 1982.
55. Дубовик В. Н. Охрана пещер // Вопросы охраны природы в Челябинской области. Л., 1975.

56. Ермаков С. П. Пашийская пещера «Большие воронки» // Землеведение. 1957. Т. 4 (44).
57. Ерохин Н. Г., Косинцев П. А., Чаиркин С. Е. Археологические и палеонтологические исследования в пещерах Свердловской области // Изучение уральских пещер: Докл. конф. Пермь, 1992.
58. Желудков И. Б. Новые данные о пещере Сухая Атя // Пещеры/Перм. ун-т. Пермь, 1976. Вып. 16.
59. Заварицкий А. Н. Геологический и петрографический очерк Ильменского минералогического заповедника и его когтей. М., 1939.
60. Заплатин М. А. В лесах Северной Сосьвы. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1965.
61. Канивец В. И. Канинская пещера. М.: Наука, 1964.
62. Костарев В. П. Карст Урала и Приуралья: Дис. ...канд. геол.-минерал. наук/Перм. ун-т. Пермь, 1990.
63. Круглов Д. А., Лобанов Ю. Е., Рыжков А. Ф. и др. Темировская пещера // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1970. Вып. 8—9.
64. Кудряшов А. И. Карстовые провалы Юрюзано-Айской депрессии // Катастрофы и аварии на закарстованных территориях: Тез. докл. Пермь, 1990.
65. Кудряшов И. К., Кудряшов А. И. Пещеры гипсового карста Башкирии // Пещеры. Пещеры в гипсах и ангидритах: Межвуз. сб. науч. тр./Перм. ун-т., 1988.
66. Кузнецова Л. С. Кизеловская Медвежья пещера // Пещеры /Перм. ун-т. Пермь, 1965. Вып. 5 (6).
67. Лавров И. А. Пещеры Мазуевской карстовой депрессии // Изучение уральских пещер: Докл. конф. Пермь, 1992.
68. Лавров И. А. Язьвинские пещеры // Вопросы Уральской спелеологии: Тез. докл. Пермь, 1989.
69. Лавров И. А., Андрейчук В. Н., Баранов С. М. Литологическая среда уральских пещер // Проблема псевдокарста: Тез. докл. Пермь, 1992.
70. Лавров И. А., Тагильцев В. А., Тагильцева Н. Н. Пещеры Тюменского Урала // Изучение уральских пещер: Докл. конф. Пермь, 1992.
71. Лизунов Н. Н., Лобанов Ю. Е., Коваленко Г. Ф. В северных подземельях // Рубель Р. Б., Максимович Г. А. На земле и под землей. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1966.
72. Лобанов Ю. Е. Уральские пещеры. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1979.
73. Лобанов Ю. Е., Щепетов В. О., Илюхин В. В. и др. Пещеры Урала. М.: ФИС, 1971.
74. Лукин В. С. Мечкинские пещеры // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1964. Вып. 4 (5).
75. Лукин В. С. Распространение и типы карстовых полостей в сульфатных породах Предуралья // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1972.
76. Лысенин Г. П. Районирование карста на Европейском северо-востоке СССР // Карст Нечерноземья: Тез. докл. Пермь, 1980.
77. Ляхницкий Ю. С., Щелинский В. Е. Исследования Каповой пещеры (Шульган-Таш) // Известия ВГО. 1987. Т. 119, вып. 6.
78. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Типы карста Урала // Типы карста в СССР (Тр. МОИП. Т. 15). М.: Наука, 1965.
79. Максимович Г. А., Костарев В. П. Карст складчатого Урала // Карст Урала и Приуралья /Матер. Всеурал. совещ. Пермь, 1968.
80. Максимович Г. А., Костарев В. П. Карстовые районы Урала и Приуралья // Уч. зап. / Перм. ун-т. Пермь, 1973. № 308.

81. Максимович Г. А., Попов В. Г., Абдрахманов Р. Ф., Костарев В. П. Условия формирования и карстовые пещеры известковых туфов Западной Башкирии // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1976. Вып. 16.
82. Мамонтов В. Н. Геологические исследования и полезные ископаемые в районе Ухта-Печора Камской железной дороги. Спб., 1911.
83. Мартин В. И. Некоторые новые пещеры Башкирии // Пещеры / Перм. ун-т, 1972. Вып. 12—13.
84. Мартин В. И., Лерман Б. И. Особенности распространения современного и древнего карста на территории Башкирии и его районирование // Карст Южного Урала и Приуралья. Уфа, 1978.
85. Матвейчук П. А., Вахрушев В. А., Мельцов В. П. Отчет о проведенных работах по обследованию пещер и поискам новых в районе обследуемых на территории северной половины Пермской области в 1975—1976 гг./Фонд Урал, территор. геол. управления. Свердловск, 1976.
86. Матвейчук П. А., Вахрушев В. А., Мельцов В. П. Отчет о проведенных работах по обследованию пещер и поискам новых в районе обследуемых на территории южной половины Пермской области и 1974—1975 гг. / Фонд Урал, территор. геол. управления. Свердловск, 1975.
87. Мичкова Г. Л., Нуртдинова Р. Б. Пещера Темная // Пещеры. Пещеры в гипсах и ангидритах: Межвуз. сб. науч. тр./Перм. ун-т, 1988.
88. Мурыгин А. М. Древнее святилище в Эшмесской пещере // Материальная и духовная культура населения Европейского Северо-Востока / Тр Ин-та языка, литературы и истории Коми научного центра УрО АН СССР. Сыктывкар, 1987. Вып. 39.
89. Накоскин В. И. По пещерам Челябинской области (Краткий путеводитель). Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1971.
90. Окладников А. П., Петрин В. Т. Новая пещера на Урале с палеолитическими росписями // Природа. 1982. № 1.
91. Окладников Л. П., Петрин В. Т. Палеолитические рисунки Игнatieвской пещеры на Южном Урале // Пластика и рисунки древних культур. Новосибирск, 1983.
92. Панарина Г. Н. Пещеры сульфатного и карбонатного карста Пермской области: Дис. ...канд. геол.-минерал. наук: В 2 т. /Перм. ун-т. Пермь, 1973.
93. Петрин В. Т. Жертвенные пещеры Северного Урала // Карст Дальнего Востока. Владивосток, 1981.
94. Петрин В. Т., Смирнов Н. Г. Палеолитические памятники в гротах Среднего Урала и некоторые вопросы палеолитоведения Урала // Археологические исследования на Урале и в Западной Сибири. Свердловск: Изд-во Урал, ун-та, 1977.
95. Печеркин И. А. Геодинамика побережий камских водохранилищ. Пермь, 1969. Ч. 2: Геологические процессы.
96. Печеркин И. А., Карзенков Г. И., Мацкевич И. К. Эфемерные пещеры // Пещеры /Перм. ун-т. Пермь, 1965. Вып. 5 (6).
97. Пещера горы Кладовой // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1976. Вып. 16.
98. Пещеры Урала и Приуралья (Перечень). Пермь, 1992.
99. Пономарев А. Б., Попов С. Г., Заворохин А. Ф. Карстовый провал в д. Городище // Изучение уральских пещер: Докл. конф. Пермь, 1992.

100. Прокошев Н. А. Район реки Чусовой // Изв. Гос. академии истории материальной культуры. 1935. Вып. 109.
101. Родионов В. В., Валуцкий С. В., Савченко С. В., Зарницын Ю. А, Пещера Мариинская // Карст Нечерноземья: Тез. докл. Пермь, 1980.
102. Родионов Н. В. Карст Европейской части СССР, Урала л Кавказа. М.: Госгеолтехиздат, 1963.
103. Рычков Н. П. Журнал или дневные записки путешествия капитана Рычкова по разным провинциям Российского государства в 1769 и 1770 гг. Спб., 1770.
104. Савенко Е. В., Емельянов Л. Ф., Шагалов В. И. Немного о Челябинской области // Рубель Р. Б., Максимович Г. А. На земле и под землей. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1966.
105. Сергеев С. И. О пещерах на р. Яйве и ее притоках Соликамского уезда Пермской губернии // Пермский край. Пермь, 1895. Т. 3,
106. Сивинцев М. Ю., Чухланцев В. А. Дивья пещера — 9720 м // Пещеры. Типы и методы исследования: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. Пермь. 1984.
107. Смирнов А. И. Колодцы в песчаниках на Приайской равнине // Свет: Вестник Киев. Карст.-спелеол. центра. 1992. №1 (3).
108. Смирнов Н. Г., Ерохин Н. Г., Быкова Г. В. и др. Грот Сухореченский — памятник истории природы и культуры в Красноуфимской лесостепи // История современной фауны Южного Урала. Свердловск, 1992.
109. Спелеоновости — 1991 (дополнения) // Свет: Вестник Киев, карст.-спелеол. центра. 1992. № 3 (5).
110. Ступишин А. В. Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья. Казань; Изд-во Казан, ун-та, 1967.
111. Турышев А. В. Карст Уфимского плато / Фонд Кунгурского стационара УрО РАН. Кунгур, 1967.
112. Черемных В. А., Юшкин Н. П. Карстовые процессы и формы рельефа в Большеземельской тундре // Изв. ВГО. 1967. Т. 99, вып. 1.
113. Чернецов В. Н. Нижнее Приобье в I тысячелетии нашей эры // Материалы и исследования по археологии СССР. М.: Изд-во АН СССР. 1957. № 58.
114. Чикишев А. Г. Карст Русской равнины. М.: Наука, 1978.
115. Шаров Е. С. Пещера Ф. Ф. Чебаевского // Пещеры/ Перм. ун-т. Пермь, 1972. Вып. 12—13.
116. Шаров Е. С. Хлебодаровская пещера // Пещеры / Перм. ун-т. Пермь, 1972. Вып. 12—13.
117. Шелковская Н. П. К вопросу изучения физико-географических условий восточной части Каслинского района Челябинской области // Вопросы физической географии Южного Урала. Челябинск: Юж.-Урал, кн. изд-во, 1966.
118. Широков В. Н. Археологические находки в пещерах Уфимского плато // Изучение уральских пещер: Докл. конф. Пермь, 1992.
119. Щепетов В. О., Поляков Б. Б. На востоке Среднего Урала // Рубель Р. Б., Максимович Г. А. На земле и под землей. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1966.

## **ПЕЩЕРЫ БАШКИРИИ**

В соответствии с основными условиями и факторами развития карста в Башкирии разработана схема его типизации [13, 14]. Исходя из условий формирования подземных вод выделен один тип карста, развивающийся в условиях умеренного питания подземных вод, с учетом залегания карстующихся пород и характера рельефа — три его подтипа: равнинный в горизонтально залегающих породах Предуралья горный в сильнодислоцированных отложениях Урала и равнинный в складчатоглыбовых толщах Зауралья. По составу карстующихся пород каждый подтип делится на классы: сульфатный, сульфатно-карбонатный и карбонатный, а по степени перекрытости карстующихся пород различаются подклассы закрытого, покрытого и перекрытого карста с участками голого в составе каждого из них.

Согласно схеме районирования Урала и Предуралья [10] Башкирия расположена в пределах двух карстовых страна Восточно-Европейской равнины и Уральской. В карстовой стране Восточно-Европейской равнины существуют карстово-спелеологические провинции: Восточно-Европейский платформы (I) и Предуральского прогиба (II), для которых] характерен равнинный подтип карста, развивающийся преимущественно на основе горизонтального залегания карстующихся пород. В Уральскую карстовую страну входят провинции Западно-Уральской внешней зоны складчатости (III), Центрально-Уральского поднятия (IV) и Тагильско-Магнитогорского прогиба (V). В первых двух развит горный, а в последней — равнинный подтип карста на сильно дислоцированном субстрате. Провинции состоят из областей, выделенных по тектоническим структурам второго порядка. Исходя из состава карстующихся пород карстово-спелеологические области расчленяются на подобласти, соответствующие классам карста. Всего на территории Башкирии существует 12 карстово-спелеологических областей, в каждой из которых насчитывается по 1—4 подобласти. Расположение карстово-спелеологических провинций, областей и типов карста отражено на рис. 1, а их соподчиненность — в табл. 1.

Первые упоминания о пещерах Башкирии встречаются в башкирском народном эпосе. В XVIII в. в ходе академических экспедиций описаны 12 пещер. Позднее пещеры исследовались

Таблица 1

## Карстово-спелеологическое районирование Башкирии

Страна (подтип карста)		Провинция	Область	Подобласть (класс карста)
Восточно-Европейской равнины (равнинный карст преимущественно на горизонтальной основе залегания карстующихся пород)		Восточно-Европейской платформы — I	Башкирского свода — I-A	Сульфатный Карбонатный Сульфатно-карбонатный
			Татарского свода — I-B	Сульфатный Карбонатный Сульфатно-карбонатный Кластокарст
			Бирской седловины — I-Б	Сульфатный Кластокарст
			Восточной окраины Восточно-Европейской платформы — I-Г	Сульфатный
		Предуральского прогиба — II	Уфимско-Соликамской мегавпадины — II-A	Карбонатный Кластокарст
			Вельской мегавпадины — II-Б	Сульфатный
Уральская (горный и равнинный карст на сильно дислоцированном субстрате)	Горный	Западно-Уральской внешней зоны складчатости — III	Кизеловско-Дружининской структуры — III-A	Карбонатный
			Ашинско-Алимбетовской структуры — III-Б	Карбонатный
		Центрально-Уральского поднятия — IV	Башкирского мегантиклинория — IV-A	Карбонатный
			Уфалейско-Уралтауского мегантиклинория — IV-B 1	Карбонатный Кластокарст
			Зилаирско-Эмбгнекого мегасинклинория — IV-Б	Карбонатный
	Равнинный	Тагильско-Магнитогорского прогиба — V	Магнитогорского мегасинклинория — V	Карбонатный Кластокарст

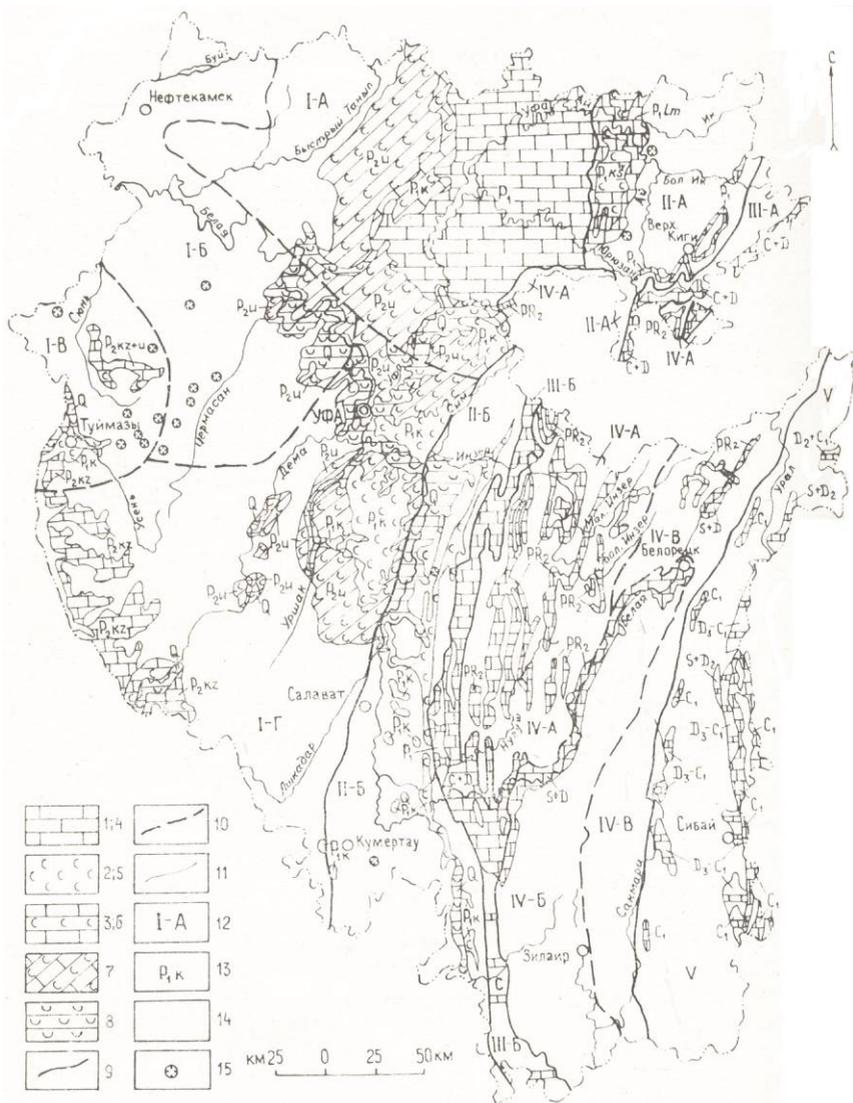


Рис. 1. Типы карста и карстово-спелеологическое районирование Башкирии (В. И. Мартин и А. И. Смирнов). Типы карста: А. По составу карстующихся пород: 1 — карбонатный (разреженная штриховка) — развитие карста в карбонатных пластах и прослоях среди некарстующихся толщ, 2 — преимущественно сульфатный, 3 — сульфатно-карбонатный. Б. По степени обнаженности карстующихся пород: 4, 5, 6 — преимущественно покрытый,

7 — закрытый с участками голого вдоль склонов речных долин, 8 — преимущественно перекрытый (в основном сульфатный) с участками закрытого. Границы: карстово-спелеологических провинций (9) и областей (10), распространение поверхностных карстопоявлений (11). Индексы: 12 — карстово-спелеологических провинций (римские цифры) и областей (буквы — по тексту), 13 — возраста пород, в которых развиты карстопоявления, 14 — площади без поверхностных карстопоявлений с участками локального их развития, 15 — локальное развитие карста

геологами, географами, археологами и другими специалистами при геологических и гидрогеологических съемках и инженерно-геологических изысканиях. С начала 60-х гг. XX в. изучением пещер занимаются спелеологические секции и отряд Башкиргеологии [3—9].

В настоящее время на территории Башкирии обнаружено 565 естественных карстовых пещер протяженностью более 10 м (всего более 600). По архивным и фондовым материалам Башкиргеологии, АП ЗапУралГИСИЗа, спелеосекций республики и сопредельных областей, а также данным опубликованных работ и других источников на 1 января 1993 г. удалось собрать необходимые достоверные сведения примерно о 500 пещерах, отвечающие требованиям кадастра [17].

Распределение пещер как по площади, так и по высоте залегания крайне неравномерное (табл. 2 и 3). Основная часть пещер (около 91%) сосредоточена в Уральской карстовой стране, значительно меньшая их часть — в карстовой стране Восточно-Европейской равнины. В горной части Башкирии и на Уфимском плато наибольшее количество пещер приурочено к абсолютным отметкам 200—400 м (табл. 3), которым соответствует наибольшая расчлененность эрозионной сетью, в том числе логами и суходолами, на склонах которых и развито большинство пещер. В равнинной части пещеры обнаружены ниже 200-метровой абсолютной отметки вне зависимости от их приуроченности к определенным геоморфологическим элементам.

В карстовой стране Восточно-Европейской равнины наибольшее количество пещер образовано в галогенных породах, значительно реже они встречаются в карбонатных. При этом независимо от литологического состава карстующихся пород более высокая плотность и густота распространения пещер отмечена в пределах Волго-Уральской антеклизы и более низкая — в Предуральском прогибе (табл. 2).

В галогенных породах пещеры развиты преимущественно светло-серых либо белых, массивных или толстослоистых гипсах, реже — в ангидритах кунгурского яруса нижней перми.

Таблица 2

**Распределение пещер Башкирии протяженностью более 10 м в карстово-спелеологических провинциях и областях**

Индекс области	Площадь карстующихся пород, тыс. км <sup>2</sup>	Литология и геологический индекс вмещающих пещеры горных пород	Количество учтенных пещер, шт.	Плотность на 1000 км <sup>2</sup> , шт.	Густота, общ. протяженнос-ть пещер, м на 1000 км <sup>2</sup>	Средние морфометрические параметры пещер		
						Длина, м	Объем, м <sup>3</sup>	Удельный объем, м <sup>3</sup> /м
I-A	7.9	Известняки P <sub>1</sub>	19	2.4	204	85	11,69	14.5
I-B	На 01.01.93 пещеры в области не известны							
I-B	0.04	Гипсы P <sub>1k</sub>	6	150	15150	101	639	6.3
I-Г	0.8	Гипсы, ангидриты P <sub>1k</sub>	30	38	453В	121	1387	9.4
II-A	0.9	Известняки P <sub>1</sub>	1	1.1	13	12	6	0.5
II-B	1.2	Гипсы P <sub>1k</sub>	8	6.7	1417	218	1525	9.4
II-B	0.2	Известняки P <sub>1</sub>	1	5.0	220	44	409	9.3
III-A	0.7	Известняки С	15	21	1136	53	312	14.8
III-B	2.4	Известняки D+C	271	113	21228	188	5606	10.2
IV-B	2.8	Известняки PR <sub>2</sub>	40	14	1371	119	1179	4.4
IV-B	0.9	Известняки S+D	102	113	14847	131	1125	4.1
IV-B	На 01.01.93 пещеры не известны							
V	На 01.01.93 пещеры не известны							
		Итого	493					

**Примечание.** В таблице не учтены пещеры, сведения о которых неполны или недостаточно точны.

Таблица 3

**Распределение пещер Башкирии протяженностью более 10 м по геоморфологическим элементам и гипсометрическим уровням**

Индекс области	Число учтенных пещер, шт.	Водораздельные пространства	Склоны долин-дрен на относительных высотах, м		Интервалы абсолютных отметок, м		
			ниже 20	выше 20	ниже 200	200—400	400—600
I-A	19	—	—	19	—	19	—
I-B	6	—	—	6	6	—	—
I-Г	30	2	26	2	30	—	—
II-A	1	—	1	—	—	1	—
II-B	9	3	6	—	9	—	—
III-A	10	2	1	7	—	10	—
III-B	260	59	34	167	10	210	40
IV-A	37	2	12	23	—	32	5
IV-B	97	12	21	64	—	82	15
Итого	469	80	101	288	55	354	60

**Примечание.** В таблице не учтены пещеры, сведения о которых неполны или недостаточно точны

Они тяготеют к долинам рек, ручьев и суходолам, а входы в них располагаются, как правило, в подножьях склонов, в значительно меньшей степени — в нижней их части. Это в основном горизонтальные и наклонно-горизонтальные пещеры коридорного, реже — мешкообразного и очень редко — лабиринтового типа, развитые на уровне, голоценовых и верхнеплейстоценовых речных террас. Часто в них встречаются временные или постоянные ручьи либо следы их недавней деятельности, а наиболее пониженную часть пола гипсо-ангидритовых пещер нередко занимают озера, гидравлически связанные с речными водами ближайших долин-дрен. Очень редко гипсовые пещеры приурочены к водораздельным пространствам (табл. 3). Входы в них в этом случае находятся в карстовых воронках или карстовых провалах.

В карстовой стране Восточно-Европейской равнины на Башкирии пещеры обнаружены в карбонатных родах Уфимского плато (область I-A, рис. 1), на Сакаро-Бельской равнине (II-B) и в западной части Приайской равнины

(область II-A). На последней найдено три небольших (протяженность 7—12 м) пещеры, развитых в крепких брекчиевидных известняках лемазинской свиты нижней перми. Это сухие, горизонтальные, узкие и низкие пещеры коридорного типа. Одна из них (в районе с. Михайловка) уничтожена при разработке месторождения известняка. Большинство пещер Уфимского плато расположено в его южной части, а наиболее крупные из них развиты в толстослоистых или массивных органогенных известняках юрюзанской свиты сакмарского яруса нижней перми. Известные в настоящее время пещеры Уфимского плато приурочены в основном к склонам долин рек, ручьев и суходолам. Входы в них расположены на различной высоте над днищами долин-дрен, но все они развиты гипсометрически выше среднеплейстоценовых речных террас. Небольшие по размерам пещеры горизонтальные или наклонно-горизонтальные. В более крупных наблюдается отчетливо выраженная ступенчатость днищ пола, вызванная напластованием известняков. Для пещер, приуроченных к склонам суходолов, характерно наличие крутонаклонных и вертикальных колодцев и уступов. Входы в наиболее крупные пещеры Уфимского плато находятся в карстовых воронках. На Сакмаро-Бельской равнине в известняках известна одна пещера — Табынская.

Кроме того, в карстовой стране Восточно-Европейской равнины обнаружено 5 пещер в известковых туфах [12] и один колодец в песчаниках кошелевской свиты нижней перми. Последний расположен в подножье восточного уступа Уфимского плато в районе с. Улькупды. Форма его бутылкообразная, глубина 32 м, протяженность по дну 14 м, при входном поперечнике — 5×6 м, а образован он над подземными полостями в известняках лемазинской свиты в восточном борту древней карстовой котловины [18].

В Уральской карстовой стране на территории Башкирии известные в настоящее время пещеры приурочены в большей мере к карбонатным отложениям палеозоя и верхнего протерозоя. Лишь нижняя часть пещеры Каратыш глубиной 30 м развита в песчаниках карбона. Большинство полостей образовано в нижнекаменноугольных (35% всех пещер горной части Башкирии), верхне- (25%) и нижнедевонских (20%) известняках. Во всех стратиграфических подразделениях количество пещер при увеличении их протяженности убывает. Наиболее крупные пещеры как по длине, так и по объему характерны для верхнедевонских известняков, о чем свидетельствуют объемные показатели [17].

Наибольшее число пещер горной части Башкирии сосредоточено в Западно-Уральской карстово-спелеологической провинции, где основная их часть приурочена к Ашинско-Алимбетовской структуре, для которой характерна наивысшая плотность и густота пещер, а также наиболее крупные подземные полости республики. Более редкая встречаемость, низкая плотность и густота пещер карстово-спелеологической области Кизеловско-Дружининской структуры обусловлена, вероятно, меньшей степенью спелеологической изученности и неполной информацией о них.

Пещеры Западно-Уральской карстовой провинции приурочены преимущественно к известнякам нижнего карбона и верхнего девона, в меньшей степени — среднего девона, еще реже — среднекаменноугольным и очень редко — верхнекаменноугольным. Последние отличает неоднородность состава и чередование относительно легко- и труднорастворимых горизонтов. В карстово-спелеологической провинции Центрально-Уральского поднятия наибольшая встречаемость, плотность и густота пещер наблюдается в области Зилаирско-Эмбенского мегасинклинория, где основная часть пещер развита в нижнедевонских массивных, однородных и чистых по составу рифогенных известняках. В карстово-спелеологической области Башкирского мегантиклинория пещеры приурочены к крепким, часто — тонко- и среднеслоистым известнякам миньярской и катавской свит верхнего протерозоя. Значительно меньшая встречаемость, плотность и густота их здесь связана, по-видимому, с большей метаморфизованностью древних карбонатных свит верхнего протерозоя в сравнении со среднепалеозойскими известняками.

В области Зилаирско-Эмбенского мегасинклинория пещеры развиты на его северо-восточном крыле. Встречаются они здесь по одной, реже — небольшими группами, распространены относительно неравномерно, при общей тенденции к постепенному увеличению встречаемости с севера на юг. В области Западно-Уральской внешней зоны складчатости пещеры часто образуют более многочисленные группы, а размещение их имеет ярко выраженную мозаичность. Последнее связано с приуроченностью пещер к бортам (часто — восточным) и осевым частям синклиналиных складок. Так, в Ашинско-Алимбетовской структуре пещеры Шульган-Гаш (Капова), Ожиганова, Антонова и другие находятся на восточном борту Шульганской синклинали; Кутановские, Плутумурусов, Иргизлинская и другие — на восточном борту Иргизлинской синклинали; Максютковские, Туфового Ручья, Тугай-Чишма — на восточном борту Ташастинской синклинали; пещеры урочища Кутук-Сумган — на восточном борту и осевой части Шкайской синклинали.

Значительно реже в Ашинско-Алимбетовской структуре пещеры развиты на крыльях однопорядковых антиклинальных складок, тогда как в пределах Башкирского мегантиклинория основная часть пещер приурочена к крыльям Авдырдакской антиклинали.

Для относительно однородных рифогенных нижнедевонских известняков Зилаирско-Эмбенского мегасинклинория не характерны крупные околоповерхностные карстовые полости на водораздельных пространствах, которые наиболее интенсивно развиты в слоистых известняках Ашинско-Алимбетовской структуры. Для пещер в нижнедевонских известняках не типична также и ярусность, полости шахтного типа здесь отличаются выдержанностью вертикальных стволов с горизонтальным и горизонтально-наклонным, участками — ступенчатым, продолжением на дне. Пещеры в известняках нижнего девона на склонах долин-дрен имеют значительно меньшую протяженность, чем пещеры в других стратиграфических подразделениях, а магистральные ходы их развиты преимущественно по системе региональной тектонической трещиноватости двух основных направлений:  $300\text{—}330^\circ$  СЗ и  $40\text{—}60^\circ$  СВ. В слоистых известняках карстово-спелеологических провинций Западно-Уральской внешней зоны складчатости и Башкирского мегантиклинория наряду с развитием пещерных ходов по системе региональной тектонической трещиноватости нередко наблюдается их развитие по внутрислойным трещинам и трещинам напластования. Последнее при прочих равных условиях предопределяет частую смену направлений магистральных ходов в слоистых известняках, ступенчатость их дниц, а нередко и ярусность.

Наиболее характерно образование пещер согласно элементам залегания пород для небольших по протяженности подземных ходов в известняках нижнего карбона северной части Ашинско-Алимбетовской структуры и верхнего протерозоя западной части Башкирского мегантиклинория, хотя эта закономерность может проявляться повсеместно в слоистых известняках.

В Уральской карстовой стране, как и в карстовой стране Восточно-Европейской равнины, подавляющая часть пещер развита в пределах склонов долин-дрен и значительно реже — в пределах водораздельных пространств (табл. 3). Независимо от принадлежности пещер к какой-либо карстово-спелеологической стране, провинции и области или к определенному стратиграфо-генетическому комплексу горных пород часть придолинных пещер заложена по трещинам бортового отпора. Магистральные ходы их в этом случае ориентированы параллельно склонам рек и ручьев или скальным обнажениям, в которых они развиты.

Большинство придолинных пещер Уральской карстовой страны в отличие от карстовой страны Восточно-Европейской равнины расположено выше 20-метровой относительной отметки, соответствующей примерно верхнему уровню третьей надпойменной террасы среднеплейстоценового возраста. Иными словами, образование основной части их произошло, вероятно, в нижнем плейстоцене-плиоцене, а возможно, и много раньше. На древность пещер Южного Урала указывают и биоспелеологические исследования, в результате которых было установлено, что в раннем апшероне — позднем акчагыле (1,5 млн лет тому назад) здесь уже существовали многие крупные пещеры, находившиеся в то время на сухой, завершающей стадии своего развития [15, 16]. Благодаря биоспелеологическому изучению обнаружены также древние плиоценовые пещеры в Башкирском Предуралье [16], однако в галогенных породах в отличие от карбонатных они единичны. Основная часть гипсово-ангидритовых пещер имеет, по-видимому, верхнеплейстоценовый и голоценовый возраст, поскольку развиты они, как это было отмечено, на уровне одновозрастных речных террас.

В биоспелеологическом отношении пещеры Башкирии изучены более детально и представительнее сравнительно с пещерами сопредельных территорий. Однако относительно южных регионов бывшего СССР степень изученности спелеофауны республики незначительна. В этом плане исследовано 14% пещер.

Согласно схеме биоспелеологического районирования, предложенной в 1967 г. Я. А. Берштейном и С. И. Левушкиным, территория Башкирии входит в северную широтную зону, спелеофауна которой относительно бедна и малоспецифична. Для нее не характерны троглобионтные виды животных, обитающие в настоящее время только в пещерах, хотя в целом представители подземной биоты на Южном Урале и в Предуралье довольно разнообразны. Так, биоспелеологические исследования, проведенные В. А. Книссом в 1979—1991 гг., позволили обнаружить около 60 видов беспозвоночных животных, большинство из них — обычные обитатели почвы и лесной подстилки (троглофилы). К троглобионтным же в пещерах Башкирии отнесено пока только два вида животных.

Это кооллемболы *Pl. baschkiricus* Skorikow и *Sch. baschkirica* Kniss. Триглоксены представлены группами животных, которые не могут существовать и размножаться в условиях подземных биотопов. Среди беспозвоночных это обычные наземные обитатели, а из позвоночных обнаружены в основном летучие мыши. Их видовой состав изучен далеко не полно. По неуточненным данным на сегодняшний день летучие мыши отмечены примерно в 20 пещерах, подавляющая часть которых находится в горной Башкирии, во всех карстово-спелеологических провинциях и областях.

Наряду с решением целого комплекса чисто биологических вопросов изучение троглобионтной фауны дает возможность установления геологического возраста карстовых полостей. С помощью таких троглобионтов-индикаторов определено время образования части пещер Южного Урала и Предуралья [6, 16].

Пещеры находятся на различных стадиях развития. Многие пещеры в гипсах зафиксированы в воклюзовой стадии развития, и в некоторых из них сохранились постоянные ручьи (Куэшта, Ишеевская и др.); часть пещер находится в натечно-осыпной стадии (Охлебининская). В карбонатных породах Уральской карстовой страны 35 пещер имеют постоянные водотоки (Сумган, Капова, Зигзаг, 4-я Кутукская, Новомурадымовская и др.), что свидетельствует о воклюзовой стадии их развития (табл. 4). Состояние же верхних ярусов этих пещер соответствует натечно-осыпной стадии. Большинство пещер находится в натечно-осыпной стадии развития, они богаты различными натечными образованиями: кальцитовыми каскадами на стенах, сталактитами, сталагмитами, сталагматами. В ряде пещер (Новомурадымовской, Тимировской, Максимовича, 4-й Кутукской и др.) встречаются оолиты, пизолиты и конкреции.

Мешкообразная форма привходовой части многих пещер является одним из основных условий образования в них многолетнего льда. Ледяные пещеры отмечены как в известняках, так и в гипсах (табл. 4). Установлено, что образование и сохранение льда возможно при следующих условиях:

- как минимум 2—3 месяца в году остаются устойчивыми отрицательные температуры;
- привходовая часть пещеры имеет мешкообразную или сифонообразную форму;
- трещиноватость или закарстованность носит открытый характер;
- дно полости экранировано глинистым материалом или льдом.

**Водопроявления и лед в пещерах Башкирии**

Карстовая страна	Состав пород	Число учтенных пещер	Пещеры, имеющие			
			лед и снег в теплое время года	постоянные водотоки	озера	пройденные сифоны
Восточно-Европейской равнины	Гипсы Известняки	126	2	6	8	—
		19	1	2	1	—
Уральская	Известняки	420	41	35	66	3

При этих условиях образование льда возможно в горных выработках, а также в крупнообломочных осыпях в основании склонов. Анализ данных о ледяных пещерах показал, что 1) ледяные пещеры находятся как в нижней, так и в верхней части склонов на высоте до 150 м над Эрозионными врезам долин; 2) распространение ледяных образований в глубь пещер не превышает 250 м (пещера Победа), в основном же — до 50 м. Максимальная площадь пещерных ледников составляет 5000 м<sup>2</sup> (Ленинская), а в основном же — не более 1000м<sup>2</sup>. Мощность льда достигает 8,5 м.

Пещеры представляют большую ценность как объекты спелеотуризма и экскурсий, подземные лаборатории и лечебницы (для астматиков), неповторимые памятники природы. Республиканским постановлением 21 пещера отнесена к памятникам природы (в том числе Капова). В ряде карстовых районов намечено создание комплексных природных заповедников, в том числе карстово-спелеологических — Кутук-Сумганского, Охлебининского, Аургазинского и др. Однако все это, к сожалению, не претворено в жизнь.

В 70-е гг. советом по туризму было организовано плановое посещение пещер Победа и Новоурадымовской, а Капова пещера была включена как объект посещения во всесоюзный водный маршрут по р. Белой. В настоящее время экскурсии пещеры не организуются, а Капова пещера закрыта.

В Башкирии накоплен опыт использования пещер в качестве природных лабораторий для решения различных научно-практических задач: оценки устойчивости сводов карстовых полостей и напряженности карстового массива, изучения циркуляции флюидов в переменном-гравитационном поле под влиянием лунно-приливных циклов и др.

Кроме того, отдельные пещеры интересны как объекты для гражданской обороны. Была сделана попытка использовать Капову пещеру для лечения больных астмой. В результате наплыва больных с различными болезнями все натечные образования были уничтожены (растерты и съедены больными).

Основные данные о пещерах Башкирии приведены в табл. 5.

### Описание наиболее крупных пещер

**Пещера Сумган** (рис. 2) находится на плоском Бельско-Нугушском междуречье, в месте слияния суходолов Кутук и Сумган. Заложена в серых известняках визейского яруса нижнего карбона, азимут и угол падения которых соответственно  $250^\circ$  и  $20^\circ$ . Развита вдоль оси Шкайской (Кутужской) синклинали Ашинско-Алимбетовской структуры Западно-Уральской внешней зоны складчатости.

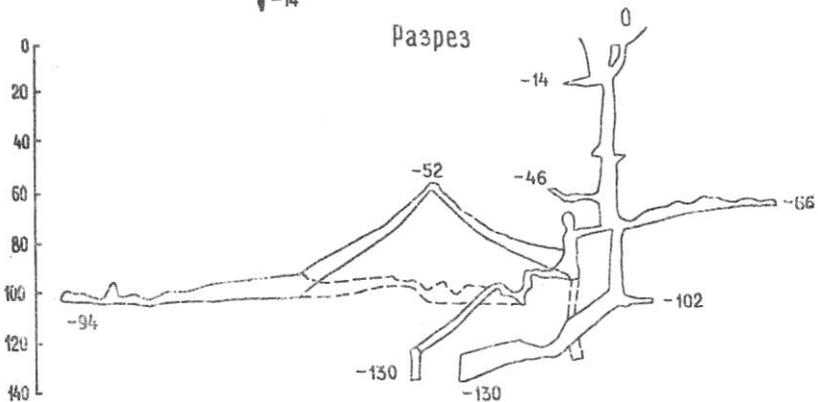
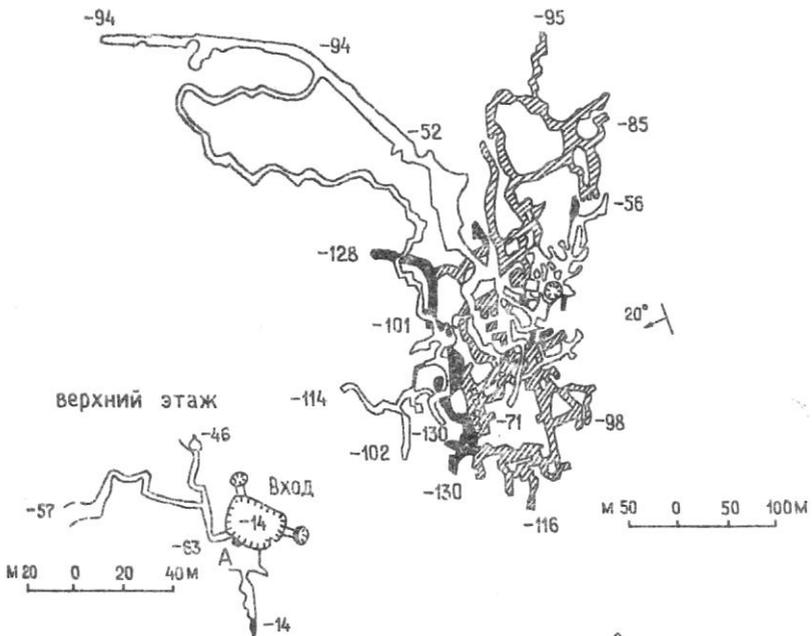
Представляет собой горизонтально-наклонную систему галерей юго-западного и юго-восточного простирания, расположенных на трех гипсометрических уровнях, соединенных шахтами. Нижний уровень (ярус) длиной около 4 км развит в основном по падению известняков.

Направление современных водотоков в пещере — с северо-востока на юго-запад. Они впадают в подземную реку (средний расход воды  $0,29 \text{ м}^3/\text{с}$ ), текущую на юг. Разнообразные натечные образования пещеры имеют преимущественно покровный характер. В привходовой части пещеры сохраняется ледник мощностью 3 м и площадью  $600 \text{ м}^2$ .

**Пещера Шульган-Таш (Капова)** (рис. 3) находится в подножье правого склона долины р. Белой на 6 км севернее д. Иргизлы. Заложена в серых массивных известняках визейского яруса нижнего карбона и развита вдоль оси Шульганской синклинали Ашинско-Алимбетовской структуры Западно-Уральской внешней зоны складчатости.

Представляет собой систему галерей и коридоров северо-северо-западного и северо-восточного простирания, расположенных на трех гипсометрических уровнях. На нижнем уровне протекает р. Шульган (средний расход воды  $50 \text{ л/с}$ ), которая исчезает с поверхности на 2,5 км севернее пещеры, сифонной части речки, у входа в пещеру, достигнута глубина 30 м.

ПЕЩЕРА СУМГАН  
План  
средний и нижний этажи



Составил Ю.В. Соколов по материалам  
спелеосекции Башгосуниверситета,  
Екатеринбургской и Уфимской городских спелеосекций

Рис. 2

Таблица 5

**Перечень пещер Башкирии протяженностью 100 м и более  
(по состоянию на 01.01.93)**

№ п. п.	Наименование пещеры	Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Глубина, м	Амплитуда, м	Год топоъемки	Индекс карстово- спелеологичес кой провинции, области	Возраст пород	Категория сложности
<b>КАРСТОВАЯ СТРАНА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ</b>										
<b>Пещеры в известняках</b>										
1	Усть-Атавская (Урмантауская)	621	1004	3715	36	36	1971	I-A	P <sub>1</sub>	2A
2	Неожиданная	301	640	952	32	32	1990	I-A	P <sub>1</sub>	2A
3	Сабакаевская 1-я	147	588	775	7	13	1971	I-A	P <sub>1</sub>	БК
<b>Пещеры в гипсах и ангидритах</b>										
1	Ишеевская система	1002	4610	9590	26	26	1974	II-B	P <sub>1к</sub>	2A
2	Урняк	>1000					1991	I-Г	P <sub>1к</sub>	2A
3	Шальная	~1000					1991	I-Г	P <sub>1к</sub>	2A
4	Большая	850	974	860	2	3	1974	I-Г	P <sub>1к</sub>	2A
5	Курманаевская Кузшта	800	1300	7400	19	22	1960	I-Г	P <sub>1к</sub>	2A
6	Благовещенская (Городковская)	300	1008	2500	3	20	1972	I-Г	P <sub>1к</sub>	1
7	Ледяная	300	780	900	?	8	1964	I-B	P <sub>1к</sub>	1
8	Карламанская	269	1153	1970	—	4	1971	I-Г	P <sub>1к</sub>	БК

№ п. п.	Наименование пещеры	Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Глубина, м	Амплитуда, м	Год топольемки	Индекс карстово-степеологической провинции, области	Возраст пород	Категория сложности
9	Юбилейная	190	760	1440	19	19	1973	I-Г	P <sub>1к</sub>	БК
10	Крясь-Тишек	173	Завалена					I-В	P <sub>1к</sub>	—
11	Курманаевская 2-я	157	347	508	7	7	1969	I-Г	P <sub>1к</sub>	БК
12	Водяная	162	Завалена					I-В	P <sub>1к</sub>	—
13	Охлебининская	146	5410	21100	18	23	1974	I-Г	P <sub>1к</sub>	БК
14	Чертова Бездна	130	1853	4540	66	66	1980	I-Г	P <sub>1к</sub>	1
15	Новая	130	640	820	11	11	1964	I-В	P <sub>1к</sub>	БК
16	Холодильник	101	510	300	2	6	1974	II-Б	P <sub>1к</sub>	БК
17	Курманаевская 3-я	100	241	332	1	3	1969	I-Г	P <sub>1к</sub>	БК
<b>УРАЛЬСКАЯ КАРСТОВАЯ СТРАНА</b>										
Пещеры в известняках										
1	Сумган	9860	52260	350000	130	130	1970	III-Б	C <sub>1v</sub>	3А
2	Киндерлинская им. 30-летия Победы	7900	39400	229900	55	185	1989	III-Б	D <sub>3fm</sub>	2Б
3	Хлебодаровская (Подарочная)	3550	18000	42000	48	48	1976	III-Б	C <sub>2</sub>	2Б
4	Пропащая Яма	3218	8687	37528	90	90	1988	IV-Б	D <sub>1</sub>	2Б

Продолжение табл. 5

№ п. п.	Наименование пещеры	Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Глубина, м	Амплитуда, м	Год топоъемки	Индекс карстово-степеологической провинции, области	Возраст пород	Категория сложности
5	Шульган-Таш (Капова)	2640	20200	105000	30	108	1990	III-Б	C <sub>1v</sub>	2Б
6	Зигзаг (Казанка)	2500	9475	37900	120	100	1975	III-Б	D <sub>3f</sub>	2Б
7	Къзыл-Яровская им. Максимовича	2217	6800	30600	13	25	1980	IV-А	PR <sub>2mn</sub>	2Б
8	Кутук-2 (Кутукская 2-я, Сталактитовая)	2060	9000	28000	110	110	1971	III-Б	D <sub>3f</sub>	2Б
9	Новомурадымовская	2000	6800	18564	108	108	1991	IV-Б	D <sub>1</sub>	2Б
10	Кутук-4 (Кутукская 4-я)	1869	6728	90000	155	155	1988	III-Б	C <sub>1v</sub>	2А
14	Октябрьская	1523	8377	71200	98	98	1977	III-Б	D <sub>3fm</sub>	2Б
12	Олимпия	1380	10300	106600	101	101	1982	III-Б	C <sub>1v</sub>	2А
13	Калкаман-Тишек (Бол. Тимировская)	1200	1600	4100	10	74	1973	IV-Б	D <sub>2e2</sub> +žv	2Б
14	Сказка	1160	2000	4000	18	35	1973	IV-Б	D <sub>1</sub>	2А
15	Грѣз	1154	2800	8400	85	91	1981	III-Б	D <sub>2e2</sub> +žv	2А
16	Леднёва	766	6336	35480	55	70	1991	III-Б	D <sub>3f</sub>	2А
17	Голубая	617			14	34	1978	IV-Б	D <sub>1</sub>	2А

Продолжение табл. 5

№ п. п.	Наименование пещеры	Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Глубина, м	Амплитуда, м	Год топольемки	Индекс карстово-спелеологической провинции, области	Возраст пород	Категория сложности
18	Муйнак-Гаш	526	1600	6100	5	38	1074	III-Б	D <sub>1</sub>	2А
19	Кутук-1 (Кутукская 1-я, Ледяная)	520	6448	20900	36	65	1964	III-Б	D <sub>3fm</sub>	1
20	Ыгласын	487	1025	5267	17	24	1974	III-Б	C <sub>2</sub>	2А
21	Уракаевская	480			6	21	1972	III-Б	C <sub>1v</sub>	1
22	Камышактинская им. Вахрушева	476	952	2856	110	110	1974	IV-Б	D <sub>1</sub>	2А
23	Свадебная	450	1665	6993	75	75	1973	III-Б	C <sub>1v</sub>	1
24	Гашлуй-1 (Ташлуйская 1-я)	450			6	24		IV-Б	D <sub>1</sub>	1
25	Кулембят-3	447	1460	3660	94	94	1975	IV-А	PR <sub>2kt</sub>	2А
26	Холодная Яма	410	1025	2050	54	62	1972	IV-Б	D <sub>2e2+žv</sub>	1
27	Дальняя	400	520	620	60	60	1992	III-Б	C <sub>1v</sub>	1
28	Усмановская	349				26	1973	IV-А	PR <sub>2</sub>	1
29	Трех	334	667	2206	16	36	1978	IV-Б	D <sub>2e2+žv</sub>	БК
30	Таравал	324	778	1947	32	33	1979	IV-Б	D <sub>1</sub>	1
31	Большая Лабиринтовая	300				35		IV-Б	D <sub>1</sub>	2А

Продолжение табл. 5

№ п. п.	Наименование пещеры	Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Глубина, м	Амплитуда, м	Год топольемки	Индекс карстово-спелеологической провинции, области	Возраст пород	Категория сложности
32	Рая	290	464	2784	58	58	1976	III-Б	C <sub>1v</sub>	2А
33	Космонавтов	280	1130	9040	24	43	1972	III-Б	W	2А
34	Ожиганова	280	1960	5500	44	45	1980	III-Б	D <sub>3f</sub>	2А
35	Нежная	278	515	1860	95	97	1983	III-Б	C <sub>1v</sub>	2А
36	Тимировская	272	543	950	10	16	1972	IV-Б	D <sub>2e2</sub> +žv	1
37	Винтовая	270	418	998	59	59	1974	III-Б	C <sub>1v</sub>	4
38	Сусанбуй-1	265	795	18219	6	10	1975	IV-А	PR <sub>2kt</sub>	1
39	Ключ	260	780	1560	75	75	1973	III-Б	D <sub>3fm</sub>	БК
40	Нукатская (Жемчужина)	260	733	893	2	6	1991	IV-А	PR <sub>2mm</sub>	БК
41	Бришский Провал	260	406	1015	58	58	1975	III-Б	D <sub>3fm</sub>	2А
42	Суюшская	260				30		III-Б	C <sub>1v</sub> (?)	1
43	Арка-Юрт	262	603	1496	16	16	1986	III-Б	C <sub>1v</sub>	1
44	Лаклинская	252	5288	29684	27	35	1971	III-А	C	1
45	Искателей	240	604	1800	16	20	1975	III-Б	C <sub>1t</sub>	1
46	Российская	240	204	339	11	15	1985	III-Б	C <sub>1v</sub>	1
47	Охотничья	233	461	1626	63	63	1978	III-Б	D <sub>3fm</sub>	1

Продолжение табл. 5

№ п. п.	Наименование пещеры	Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Глубина, м	Амплитуда, м	Год топоъемки	Индекс карстово-спелеологической провинции, области	Возраст пород	Категория сложности
48	Ташлуй-3 (Ташлуйская 3-я)	233				15		IV-Б	D <sub>1</sub>	1
49	Медвежья, (Кургашская, Кургашлы, Бикбулатовская)	232				44	1971	III-Б	D <sub>3fm</sub>	2А
50	Аскинская	2130	5200	51100	24	34	1975	III-Б	D <sub>3f</sub>	БК
51	Верхняя (р. Белая)	230	308	493	6	26	1979	IV-Б	D <sub>1</sub>	1
52	22-х (Икинская)	225					1964	III-Б	С	1
53	Безымянная (р. Рязук)	220	264	634	5	13	1974	III-Б	D <sub>3fm</sub>	1
54	Мурадымовская 2-я (Копченая, Старо-мурадымовская)	210			1	31	1970	IV-Б	D <sub>1</sub>	БК
55	Кара-Мала (Каратыш)	206			54	54	1976	III-Б	C <sub>1v</sub>	1
56	Дзержинского	200	320	512	27	29	1971	III-Б	D <sub>3f</sub>	БК
57	Кана-1	200	303	452	3	21	1978	IV-Б	D <sub>1</sub>	БК
58	Хау-Сумкан (Атыш-Сумган)	194	350	420	—	8	1975	III-Б	C <sub>1v</sub>	
59	Ташкелят (Медвежья)	190	570	513	11	20	1973	III-Б	C <sub>1v</sub>	БК

Продолжение табл. 5

№ п. п.	Наименование пещеры	Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Глубина, м	Амплитуда, м	Год топольемки	Индекс карстово-стелеологической провинции, области	Возраст пород	Категория сложности
60	Бикташ (р. Нугуш)	182	237	380	11	12	1976	IV-A	PR <sub>2</sub> kt	БК
61	Заповедная	180	687	900	—	5	1991	III-B	C <sub>1v</sub>	БК
62	Кузганяк	177	566	1130	3	20	1977	IV-A	PR <sub>2</sub> kt	БК
63	Кутук-5 (Старая, Кутукская 5-я)	174	530	1780	35	40	1974	III-B	C <sub>1v</sub>	БК
64	Гуфогово Ручья	171				20	1981	III-B	C <sub>1v</sub>	БК
65	К-10	163	152	243	38	38	1978	III-B	C <sub>1t</sub>	1
66	Куккараукская 1-я (Кук-Караук)	163	549	940	4	10	1976	III-B	C <sub>1v</sub>	1
67	Аю-Ыскан	161	176	222	44	47	1978	III-B	D <sub>3</sub> fm	2А
68	Привольная	160				40		III-B	C <sub>1v</sub>	БК
69	Барсучья	150	359	754	46	46	1974	III-B	C <sub>1v</sub>	1
70	Лунная	150				50	1977	IV-A	PR <sub>2</sub>	2А
71	Чистая	145	203	400	45	45	1972	III-B	D <sub>3</sub> f	БК
72	Кана-2	142	327	1014	5	9	1978	IV-B	D <sub>1</sub>	БК
73	Миндегуловская 2-я (Белоснежка)	142	199	378	—	23	1978	IV-B	D <sub>1</sub>	БК
74	Надежд	141	314	534	4	13	1977	III-B	D <sub>3</sub> f	БК

Продолжение табл. 5

№ п. п.	Наименование пещеры	Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Глубина, м	Амплитуда, м	Год топольемки	Индекс карстово-спелеологической провинции, области	Возраст пород	Категория сложности
75	Косубай	137				35		III-Б	C <sub>1v</sub> (?)	БК
76	Верхняя (р. Лемеза)	136	637	611	—	6	1987	III-Б	C <sub>1v</sub>	БК
77	Старосайтовская	135	496	998	10	11	1972	IV-А	PR <sub>2</sub> kt	БК
78	Таравальская	P35	207	1812	11	17	1972	IV-Б	D <sub>1</sub>	БК
79	Крутая	130	90	630	74	78	1976	III-Б	D <sub>3f</sub>	1
80	Рыбная	126	345	449	—	9	1977	III-Б	C <sub>1v</sub>	БК
81	Упрямецв	126	95	236	—	24	1976	III-Б	D <sub>3f</sub>	V
82	Сукуруйская	123			10	10		III-Б	D <sub>3f</sub>	2А
83	Ледяная-Липовая	122	628	1981	23	27	1973	III-Б	C <sub>2</sub>	БК
84	Кабан-Таш	120				10		IV-Б	D <sub>1</sub> (?)	БК
85	Краснодарская	120	1117	550	69	75	1972	III-Б	C <sub>1v</sub>	1
86	Хазинская	120	373	525	2	6	1966	III-Б	C <sub>2</sub>	1
87	Юрмаш-2 (Сукуруйская)	120			—	12	1980	III-Б	C <sub>1v</sub>	1
88	Таший-2 (Саргаевская)	117	496	1500	—	26	1974	III-Б	D <sub>3f</sub>	БК
89	Тёрка (Обвальная)	116	255	158	12	15	1978	III-Б	D <sub>3f</sub>	БК
90	Ташлуй-2 (Ташлуйская 2-я)	115	460	583	6	13	1973	IV-Б	D <sub>1</sub>	БК

№ п. п.	Наименование пещеры	Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Глубина, м	Амплитуда, м	Год топольемки	Индекс карстово- спелеологической провинции, области	Возраст пород	Категория сложности
91	Шоколадка	114	76	170	34	34	1976	IV-Б	D <sub>2</sub> e <sub>2</sub> +žv	1
92	Яумбаевская	113	148	202	7	10	1972	IV-Б	D <sub>3</sub> f	БК
93	Луговая	112	95	223	36	36	1981	III-Б	C <sub>1</sub> t	1
94	Лукавская	111	197	288	2	9	1971	III-А	D <sub>3</sub>	БК
95	Коралловая	110	204	380	—	10	1968	III-Б	C <sub>1</sub> v	БК
96	Любимая (Байслан-Таш)	110	337	1283	—	34	1973	III-Б	C <sub>1</sub> v	БК
97	Поддорожная	110	228	800	7	9	1981	III-Б	C <sub>1</sub> v	БК
98	Гаший-1 (Таш-Йорт)	110	212	710	—	22	1974	III-Б	D <sub>3</sub> f	БК
99	Гермян-Таш	110	502	492	3	10	1981	III-Б	C <sub>1</sub> v	БК
100	Антонова	108	2118	1000	14	38	1980	III-Б	C <sub>1</sub> v	2А
101	Нугушская 2-я	108	306	1136	—	6	1972	III-Б	D <sub>3</sub> fm	БК
102	Осенняя	105	126	328	21	21	1978	III-Б	C <sub>1</sub> v	1
103	Отважных	105	130	231	19	22	1974	III-Б	D <sub>3</sub> fm	1
104	Случайная	105	170	580	24	24	1969	III-Б	C <sub>1</sub> v	БК
105	Калибр	104	350	3000	29	33	1986	III-Б	D <sub>3</sub> fm	БК
106	Ысайры	104	177	318	3	9	1977	III-Б	C <sub>1</sub> t	БК

№ п. п.	Наименование пещеры	Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Глубина, м	Амплитуда, м	Год топовъемки	Индекс карстово-стелеологической провинции, области	Возраст пород	Категория сложности
107	Алыпкара (Алып-Кая)	103	738	12915	33	46	1975	Ш-Б	D <sub>3f</sub>	БК
108	Воскресная	101	139	180	—	10	1974	Ш-Б	C <sub>1v</sub>	БК
109	Горное Гнездо	101				10	1974	Ш-Б	C <sub>1t</sub>	БК
110	Журчащего Ручья	100	300	330	4	8	1973	Ш-Б	C <sub>1v</sub>	БК

**Примечание.** Перечень составлен на основе материалов спелеосекций городов Уфы, Салавата, Кумертау, Екатеринбурга, а также фондовых и архивных материалов Башкиргеологии и ЗалУралГИСИЗа. БК — без категории.

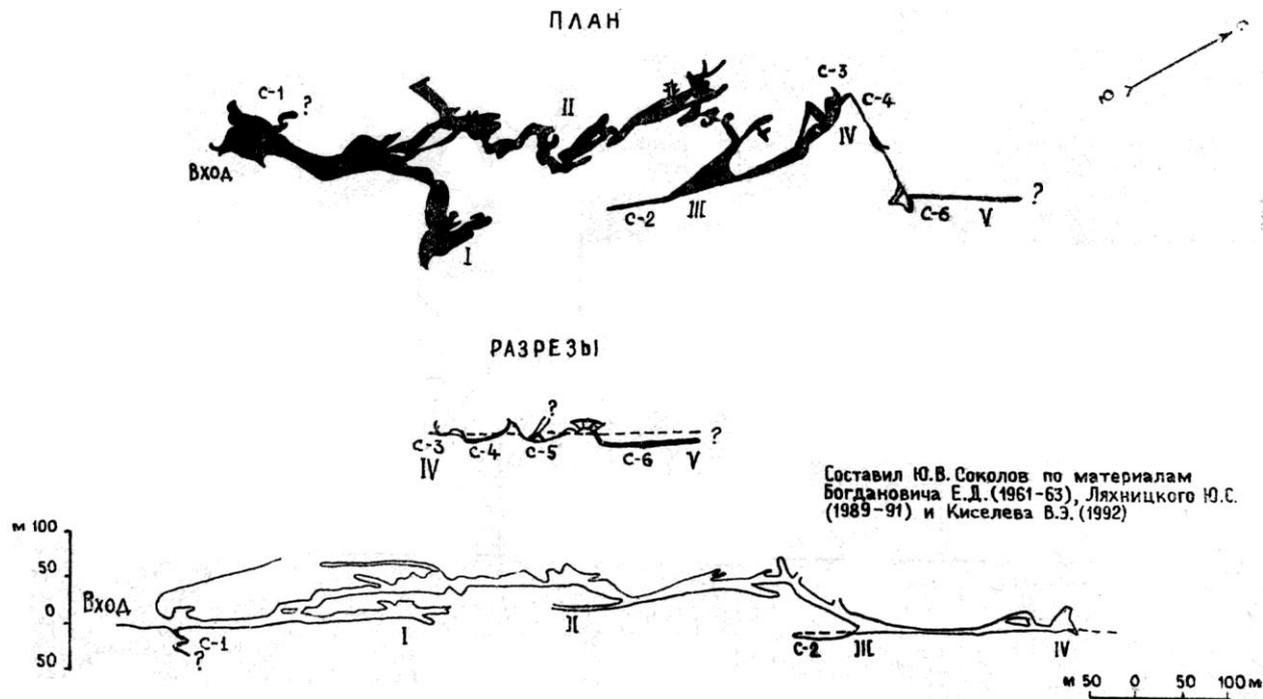


Рис. 3. Пещера Шульган-Таш (Капова)

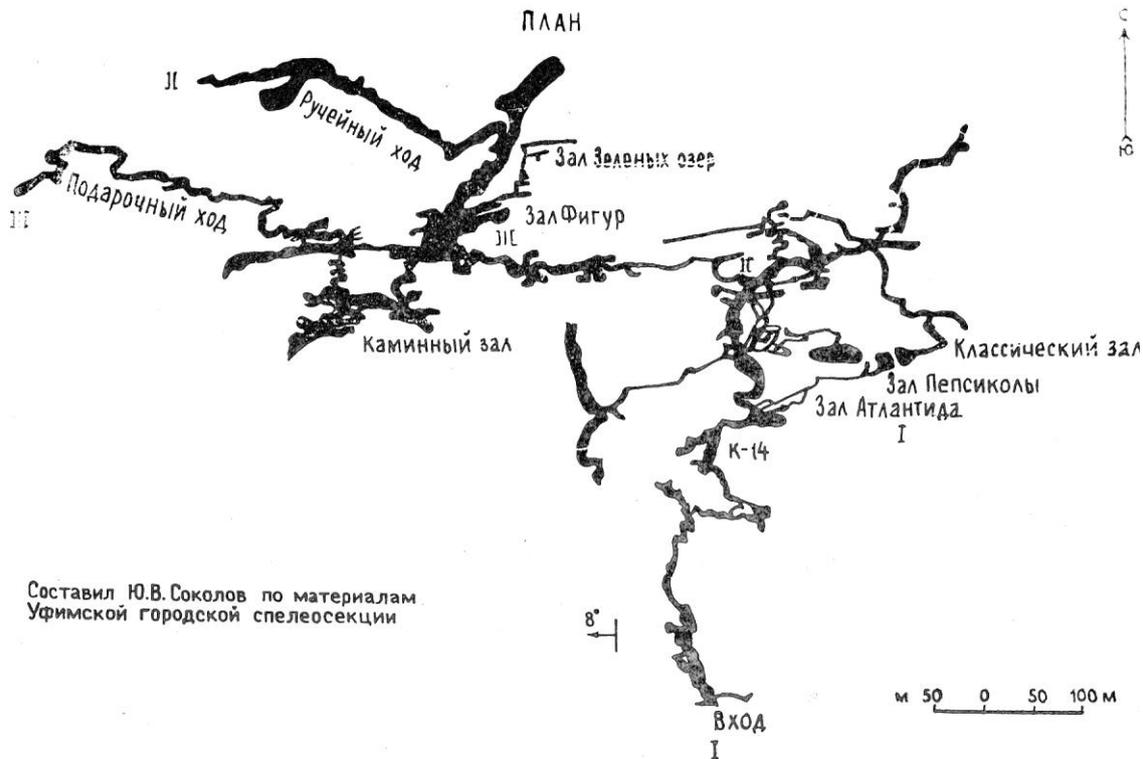


Рис. 4. Пещера Киндерлинская им. 30-летия Победы

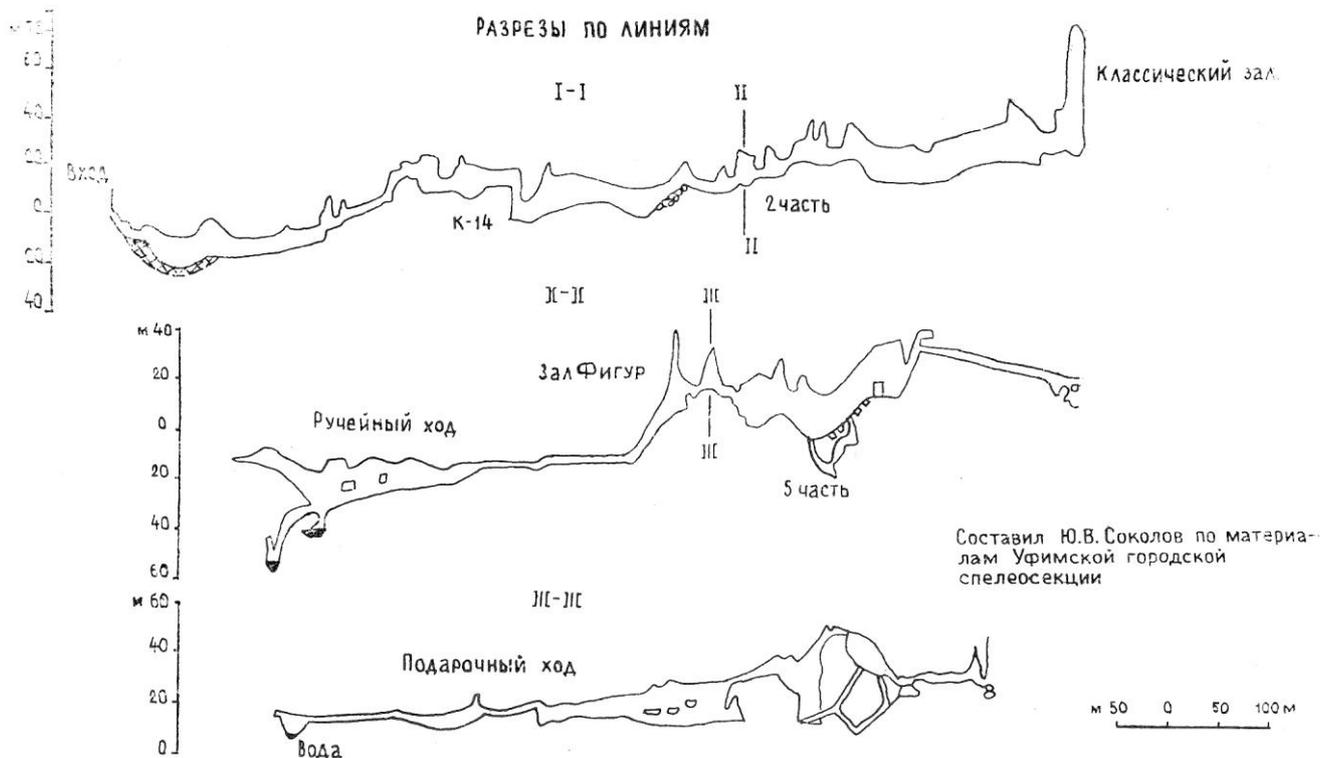


Рис. 5. Пещера Киндерлинская

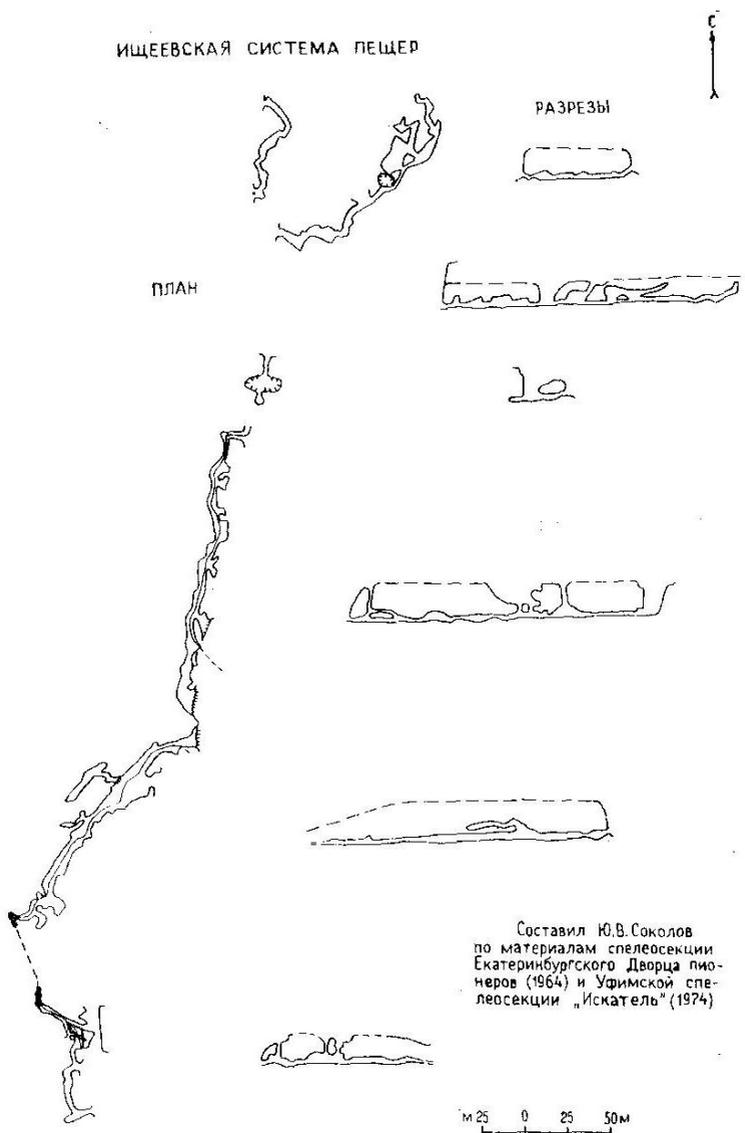


Рис. 6. Ищевская система пещер

Ранее пещера была богата натечными образованиями, особенно ее верхний этаж. В настоящее время они боль частью уничтожены. В 1959 г. А. В. Рюмин открыл в пещере палеолитические рисунки древнего человека, что принесло ей мировую известность [1,2].

**Пещера Киндерлинская им. 30-летия Победы** (рис. 4, 5) находится в верхней части правого склона долины р. Киндерли (левый приток р. Зилим), в ее устьевой части. Заложена в серых и темно-серых, прослоями — битуминозных, известняках верхнего девона и располагается на восточном крыле Ташастинской синклинали Ашинско-Алимбетовской структуры Западно-Уральской внешней зоны складчатости. Азимут и угол падения известняков соответственно  $270^\circ$  и  $8^\circ$ . Представляет собой наклонно-горизонтальную систему галерей и ходов северо-северо-восточного и западно-северо-западного простирания, образовавшихся на четырех гипсометрических уровнях.

Современные водотоки в пещере направлены по падению известняков—с востока на запад.

Пещера богата натечными образованиями. В привходовой части имеется ледник площадью  $720 \text{ м}^2$  и мощностью до 8 м.

**Ишеевская система пещер** (рис. 6) находится в основании правого склона суходола, открывающегося справа в долину р. Селеук напротив с. Ишеево. Заложена в серых гипсах иренского горизонта кунгурского яруса нижней перми бронированных известняками. Система состоит из 6 горизонтальных коридорных пещер северо-восточного и северо-северо-западного простирания, объединенных одним водотоком Натечных образований почти нет. Отложения представлены продуктами обрушения сводов (глыбы, обломки, щебень) и аллохтонными образованиями (глина, суглинок, песок, галька).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бадер О. Н. Каповая пещера. М: Наука, 1965.
2. Бадер О. Н. Изучение остатков палеолита в уральских пещерах // Пещеры. Пермь, 1065. Вып. 5 (6).
3. Вахрушев Г. В. Распространение и условия образования карстовых пещер в Башкирии // Состояние и задачи охраны природы в Башкирии. Уфа, 1960.
4. Вахрушев Г. В. Ледяные пещеры Башкирии в гипсах и ангидритах // Пещеры. Пермь, 1965. Вып. 5 (6).
5. Вахрушев Г. В. Ледяные пещеры в карбонатных породах Башкирии // Пещеры. Пермь, 1972. Вып. 12—13.
6. Книсс В. А., Смирнов А. И. Биоспелеологический критерий определения возраста пещер (на примере пещер Южного Урала, Предуралья) // Проблемы изучения, экологии и охраны пещер: Тез. докл. Всес. совещ. по спелеологии

- и карстоведению. Киев, 1987. 7. Кудряшов И. К. История изучения карста Башкирии/Зап. Башк. геогр. об-ва СССР. Уфа, 1960. Вып. 2.
8. Кудряшов И. К., Кудряшов А. И. Пещеры гипсового карста Башкирии // Пещеры. Пещеры в гипсах и ангидритах. Пермь, 1988.
9. Лушников Е. А. Районирование карста Башкирии // Региональное карстоведение. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
10. Максимович Г. А. Районирование карста Урала и Приуралья // Докл. 4-го Всеурал. совещ. по физ.-геогр. и экон. геогр. районированию Урала. Пермь, 1958. Вып. 1.
11. Максимович Г. А., Костарев В. П. Карст складчатого Урала // Карст Урала и Приуралья: Матер. Всеурал. совещ. Ноябрь 1968 г. Пермь, 1968.
12. Максимович Г. А., Попов В. г., Абдрахманов Р. Ф. др. Условия формирования и карстовые пещеры известковых туфов Западной Башкирии // Пещеры. Пермь, 1976. Вып. 16.
13. Мартин В. И. Классификация карста Башкирии // Карст Башкирии. Уфа, 1971.
14. Мартин В. И. Карст // Гидрогеология СССР. М.: Недра. Т. 15, гл. 4.
15. Смирнов А. И., Книсс В. А. О возможности определения возраста карстовых пещер по троглобионтной фауне рода *Plutomurus* (Collembola) // Карстовый процесс и его прогноз. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1980.
16. Смирнов А. И., Книсс В. А. Биоспелеологический метод определения возраста карстовых пещер (на примере пещер Южного Урала) // Геоморфология. 1986. № 1.
17. Смирнов А. И., Соколов Ю. В. Кадастр пещер горной части Башкирии (Южный Урал) и распределение их по возрасту карстующихся пород // Свет. 1992. № 2 (4).
18. Смирнов А. И. Колодцы в песчаниках на Приайской равнине // Свет. 1992. № 1 (3).

**Р. А. Цыкин**

Красноярский институт цветных металлов

## **ПЕЩЕРЫ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ**

Обширная территория на юге Сибири от границы с Казахской республикой на западе до оз. Байкал на востоке, включающая горные системы Алтая, Горной Шории, Кузнецкого Алатау, Саян и Тувинской республики, известна под названием Алтае-Саянской горной области [13]. На юго-западе области расположены горные сооружения Алтая, включающие систему хребтов северо-западной и субмеридиональной ориентировки. Высокогорные хребты находятся в южной центральной частях Алтая, севернее следует пояс среднегорья, постепенно сменяющийся далее к северу низкогорьем. Между хребтами расположены холмогорье и небольшие межгорные котловины. Основными реками являются Катунь с крупнейшими

притоками Аргут и Чуя, Чарыш, Песчаная, Бия с притоками Уймень и Чулышман. Слиянием Катуня с Бией на северо-восточной границе Горного Алтая начинается р. Обь. Здесь же находится южная оконечность Салаирского кряжа — холмогорья, плавно переходящего в Бийско-Барнаульскую равнину на западе и круто обрывающегося к Кузнецкой котловине. Крайним северным окончанием Алтае-Саянской горной области является Томь-Кольванская всхолмленная равнина, протянувшаяся в северо-восточном направлении южнее линии Новосибирск — Томск.

Главная водная артерия Кузнецкой котловины — р. Томь, верховья которой находятся в осевой части горной системы Кузнецкого Алатау. Река вытянута на северо-запад. Западные склоны Кузнецкого Алатау более крутые и короткие. В восточном и северном направлении отходят низкогорные хребты — виргации, переходящие в холмогорье. Наиболее возвышенной является юго-восточная часть Кузнецкого Алатау, сочленяющаяся с Горной Шорией. Последняя представляет собой среднегорный узел на стыках трех систем. Юго-восточнее расположены горы Западного Саяна, состоящие из высоких хребтов широтной и северо-восточной ориентировки. Западный Саян пересекается Енисеем, на котором у кромки гор построена крупнейшая в России Саяно-Шушенская ГЭС. Севернее русло Енисея проложено в крупных Минусинских котловинах, разделяющих горные системы Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна. На севере Минусинские котловины ограничены виргациями этих систем (хр. Арга и др.) и местами плавно переходят в Западно-Сибирскую равнину.

К югу от Западного Саяна расположены Тувинская и Тоджинская котловины, со всех сторон окруженные высокогорными хребтами. В карстово-спелеологическом отношении перспективны хребет Обручева, нагорья Сангилен и Восточно-Тувинское. Последнее находится в истоках Большого Енисея.

Восточный Саян начинается в окрестностях Байкала, за Тункинской котловиной и простирается почти на 1000 км в северо-западном направлении. В этой системе сочетаются высокие и средневысокие хребты разной ориентировки, плавно снижающиеся к северу, западу и северо-западу. На стыках с межгорными впадинами и предгорными равнинами развита широкая полоса холмогорья со многими карстово-спелеологическими участками. Главными реками Восточного Саяна являются Кизир, Казыр, Бируса, Кан и Мана.

В целом карстово-спелеологические участки связаны с зонами холмогорья, отчасти — низкогорья. Выше 1200—1300 м пещеры не обнаружены.

Геологическое строение области сложное. В Восточном Саяне имеются блоки архейского фундамента, сочленяющиеся по разломам с протерозойскими складчатыми сооружениями. В составе последних в Дербинском антиклинории и Сангиленской складчатой зоне широко развиты мраморы, в которых локализованы карстовые формы рельефа. Здесь исследованы несколько пещер и колодцев.

Большие площади в Восточном Саяне, Кузнецком Алатау, Горной Шории, горах Тувы и северо-восточной части Алтая занимают салаирские складчатые сооружения. В выполняющих их вулканогенно-осадочных и осадочных толщах позднего рифея, венда и нижнего-среднего кембрия значительную, порой — ведущую роль играют известняки и доломиты. С площадями распространения карбонатных отложений салаирид связаны главнейшие карстово-спелеологические участки и большая часть исследованных пещер [14, 17].

Каледонские складчатые образования развиты в Западном Саяне, Салаирском кряже и Алтае. В двух последних сравнительно широко представлены известняки, в которых выработаны многие пещеры, в том числе крупные [2, 5].

Из осадочных образований, выполняющих наложенные впадины орогенных этапов развития региона, карстологически интересны лишь докаледонские. В частности, в Манском прогибе карстово-спелеологические участки связаны с площадями распространения известняков нижнего кембрия и конгломератов ордовика [16, 17]. Самые молодые в геологическом смысле известняки, в которых встречены малые пещеры, гроты и пиши, относятся к среднему девону (эйфелю).

Попытки карстово-спелеологического районирования гор южной Сибири предпринимались разными исследователями [2, 6, 14, 20]. Мы исходили из общепринятых в геоморфологии и геотектонике таксономических рангов: провинция — область — район — подрайон — участок. При детальном изучении в пределах некоторых крупных участков (площадью до 100 км<sup>2</sup>) целесообразно выделять полигоны (урочища). Как видно из схемы, крупные таксоны (провинция, область) являются географически непрерывными. Районы выделяются по достаточному основанию — наличию карстово-спелеологических участков или хотя бы одиночных пещер в пределах геолого-геоморфологического района (рис. 1).

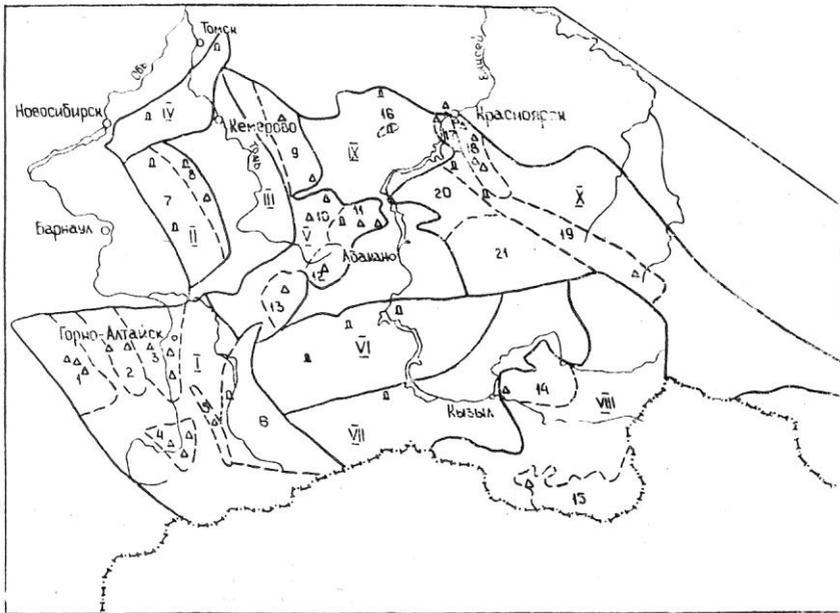


Рис. 1. Схема карстово-спелеологического районирования: 1 — границы областей (I — Горного Алтая, II — Салаирского края, III — Кузнецкой впадины, IV — Томь-Кольванской зоны, V — Кузнецкого Алатау и Горной Шории, VI — Западного Саяна, VII — Тувинской впадины, VIII — Восточной Тувы и Сангилена, IX — Минусинских впадин, X — Восточного Саяна); 2 — границы районов (1 — Чарышского синклиория, 2 — Ануйского синклиория, 3 — Катунского антиклинория, 4 — Чуйского синклиория, 5 — Кадринского антиклинория, 6 — Телецко-Чулышмакской складчато-блоковой зоны, 7 — Западно-Салаирской зоны, 8 — Восточно-Салаирской зоны, 9 — Кийской зоны, 10 — Июсского прогиба, 11 — Батеневского среднего массива, 12 — Верхнетомской зоны, 13 — Мрасского срединного массива, 14 — Обручевского антиклинория, 15 — Сангиленского поднятия, 16 — Северо-Минусинской впадины, 17 — Приенисейской зоны, 18 — Манского прогиба, 19 — Дербинского антиклинория, 20 — Сисимского синклиория, 21 — Казыр-Кизирского синклиория); 3 — спелеоучастки, 4 — одиночные пещеры

Участки открываются в результате экспедиционных поисковых исследований.

Всего в пределах рассматриваемой провинции выделены 10 областей. Подавляющая часть пещер локализована в трех областях, в остальных же выявлены единичные карстовые полости (табл.).

### Главнейшие пещеры Алтае-Саянской карстово-спелеологической провинции

Название	Карстовая область	Порода	Длина, м	Глубина, м
Аккорд	Кузнецко-Алатауская	Известняки	1260	120
Алтайская	Горноалтайская	Известняки	3574	240
Баджейская	Восточно-Саянская	Конгломераты	5900	170
Большая Орешная	Восточно-Саянская	То же	41000	165
Большая Чуйская	Горноалтайская	Известняки	560	8
Бородинская	Кузнецко-Алатауская	Известняки	1120	00
Владимирская	Восточно-Саянская	Конгломераты	950	34
Геофизическая	Горноалтайская	Известняки	500	130
Дивногорская-1	Восточно-Саянская	Известняки	524	50
Женевская	Восточно-Саянская	Известняки	6000	65**
Зимняя-1	Кузнецко-Алатауская	Известняки	1000	83
Каракошинская	Горноалтайская	Известняки	550	24
Кашкулакская	Кузнецко-Алатауская	Известняки	535	54
Кёкташ	Горноалтайская	Известняки	1720	340
Кубинская	Восточно-Саянская	Известняки	3000	200**
Ледопадная	Восточно-Саянская	То же	590	186
Лысанская	Восточно-Саянская	То же	2400	16*
Музейная	Горноалтайская	Известняки	850	42
Партизанская	Восточно-Саянская	Известняки	6100	72
Памятная	Кузнецко-Алатауская	Известняки	1134	80*
Саксырская	Кузнецко-Алатауская	То же	600	93
Сергеевская	Восточно-Саянская	Известняки	1255	85
СОАНтехническая	Горноалтайская	Известняки	850	210
Спиринская	Восточно-Саянская	Мрамора	540	45
Сталактитовая	Восточно-Саянская	Известняки	1000	45
Темная	Восточно-Саянская	Конгломераты	1360	55
Торгашинская	Восточно-Саянская	Известняки	1560	165
Туткушская	Горноалтайская	Известняки	1350	190
Шорская	Кузнецко-Алатауская	Доломиты	560	40
Ящик Пандоры	Кузнецко-Алатауская	Известняки	10000	180

**Примечание:** \* — амплитуда, \*\* — пещера подтоплена.

Вопросы карстования и спелеологии Горного Алтая освещены Н. А. Гвоздецким, А. А. Марининым, К. П. Черняевой и др. [2, 5, 19]. Усилиями карстоведов и членов спелеосекций городов Томска, Новосибирска, Бердска, Кемерово и Новокузнецка в области обнаружено 207 пещер и шахт, в том числе 3 длиной более 1000 м и 6 глубиной свыше 100 м. В карстово-спелеологическом районе Чарышского синклинория карстующиеся породы представлены светло-серыми массивными известняками силура, нередко — мраморизованными. Пещеры в сочетании с поверхностными карстовыми формами выявлены на 7 участках, из которых основными являются Чагырско-Чарышский (24 полости), Чинетинский (14), Яровский (14) и Среднеинский (18). В Ануйском синклинории присутствуют также девонские известняки, они менее поражены карстом. Пещеры найдены на 12 участках — Каракольском (12), Деминском (5), Сибирячихинском (6), Среднеануйском (7), Черноануйском (5), Ябоганском (11) и др. Спелеологический интерес представляет пещера Музейная, изначально имевшая красивые натечные образования.

Район Катунского антиклинория характеризуется распространением светлых массивных мраморизованных известняков нижнего и среднего кембрия и отчасти — верхнего рифея. В них развит поверхностный карст и локально-разнообразные полости, сосредоточенные на 10 участках: Талдинском (17), Камышлинском (11), Барлакском (7) и др. Крупными и глубокими являются несколько спелеосистем Камышлинского участка, расположенного в Семинском хребте (Алтайская, Кёкташ, СОАНтехническая, Геофизическая). В Чуйском синклинории пещеры образованы в светлых массивных кристаллических известняках силура и локализованы на двух участках — Белобомском (4) и Верхнеяломанском (6). Самой значительной здесь является горизонтальная полость Большая Чуйская (560 м).

В восточной части Горного Алтая развиты доломитово-известняковые толщи рифея. В районе Кадринского антиклинория пещеры группируются на 5 участках: Каракокшинском (3), Куюмском (5) и др. Интересна в спортивном отношении шахта Туткушская Куюмского участка. В крупном по площади районе Телецко-Чулышманской складчато-блоковой зоны в линзах мраморизованных известняков рифея встретились единичные малые полости.

В области Салаирского кряжа нами выделены 2 района — Западной и Восточной складчато-блоковых зон. В них вскрываются в отдельных блоках известняки кембрия, ордовика, силура и девона. Поверхностные формы карста развиты незначительно, с преобладанием воронок. Известны карстовые источники. Пещеры немногочисленны (11) и рассредоточены на разных участках. Две малые полости известны на Гурьевском и две — на Томскосельском участках.

В Томь-Колыванской области исследованы две малые пещеры в известняках девона, а в Кузнецкой впадине, в периферических частях которой развиты аналогичные, а местами — также каменноугольные известняка, спелеообъектов пока не найдено.

В Кузнецко-Алатаусско-Горношорской области асимметрия геологического строения имеет следствием неравномерное распределение карста и пещер. Последние распространены большей частью в восточных районах и связаны с выходом массивных кристаллических известняков нижнего кембрия, в меньшей мере — позднего рифея — венда и среднего кембрия. Всего в области учтено 115 пещер, в том числе 5 длиной более 1000 м и 4 глубиной более 100 м. Карстово-спелеологические особенности области освещены Г. А. Максимовичем и др. [7], Р. А. Цыкиным и Ж. Л. Цыкиной [14—17]. Крупнейшие пещеры и шахты описаны в работах [3, 14].

В районе Кийской складчато-блоковой зоны малые пещеры исследованы на Бериккульском (4), Кашкадакском (11), Урюпинском (2) и Саралинском (3) участках. В районе Июсского прогиба карстово-спелеологический интерес представляют Ефремкинский подрайон (26 полостей, в том числе спелеосистема Ящик Пандоры, шахты Западня и Виноградовская). В Батеневском кряже, отвечающем по геологическому строению срединному массиву салаирид, пещеры сосредоточены на Ербинском (13) и Биджинском (10) участках. На последнем находится крупнейшая пещера Хакасии — Бородинская [16]. В районе Верхне-Томской складчато-блоковой зоны интересны Хабзасский подрайон (31) и Шорский участок (6). В Хабзасском подрайоне отметим спелеосистему Аккорд и шахту Зимняя-1, а на Шорском участке — одноименную этажную спелеосистему. В мощных карбонатных толщах Мрасского срединного массива выявлено 12 полостей, из которых крупнейшая пещера — понор Азасская.

В области Минусинских впадин поля воронок, ниши и источники обнаружены в известняках девона и карбона. Карстовые пещеры есть в выступах складчатого основания — подрайонах Солгонской (3) и Аргинской (1) горст-антиклиналей. Расположенная в окрестностях г. Ачинска Айдашинская мешкообразная пещера содержит ценные археологические материалы [8].

В области Западного Саяна в линзах мраморов выявлены 3 полости, из которых интересны Чеханская мраморная и Стоктышская пещера — источник. В Восточнотувинско-Сангиленской области исследованы 2 пещеры Кок-Тейского участка в отрогах хребта Обручева, выработанные в водорослевых известняках нижнего кембрия, и Моренская пещера в районе Сангиленского поднятия, заложённая в мраморах нижнего протерозоя [18].

Восточно-Саянская область отличается большим разнообразием карстующихся пород — от мраморов нижнего протерозоя до красноватых известковых конгломератов ордовика [15—17]. Здесь найдено 152 пещеры, в их числе 9 длиннее 1000 м и 7 глубже 100 м. Как и в других горных карстово-спелеологических областях, основная часть пещер связана с известняками нижнего кембрия. В районе Приенисейской складчато-блоковой зоны широко известны 3 участка, в которых усилиями карстологов и членов спелеосекций городов Красноярск и Дивногорск открыто множество пещер. Рекордное их количество (69) находится на Бирисинском участке, характеризующемся максимальными для провинции рассчитанными значениями плотности и густоты [17]. Здесь интересны каскадная шахта Кубинская и этажная пещера Женевская. Обе подтоплены после создания Красноярского водохранилища на Енисее (рис. 2). На Торгашинском участке в окрестностях г. Красноярск открыты 9 пещер, а на Карауленском — 5. На продолжении последнего участка в правобережье Енисея, на территории заповедника Столбы, обнаружена каскадная шахта Ледопадная (рис. 3).

В районе Манского прогиба исследованы 5 участков с известняковым карстом и пещерами в бассейнах рек Базаиха (12), Колба (5), Чибижек (3) и Баджейский участок (15) с крупнейшими в мире конгломератовыми пещерами [16, 17]. В районе Дербинского антиклинория в графитистых мраморах обнаружены одиночные малая пещера и щелевидный колодец, а в окрестностях пос. Алыгджер — триада пещер. В Сисимском синклинии выделен Павловский участок (6) с одноименной пещерой-источником [15]. Наконец, в Кизир-Казырском синклинии есть Джебский участок (4) с каскадной шахтой и несколькими единичными пещерами. Алтае-Саянские пещеры разнообразны по строению. На крупных спелеоучастках нередко соседствуют горизонтальные, наклонные и вертикальные полости. Крупные системы имеют этажное, каскадное, реже — лабиринтовое (Б. Орешная), строение.

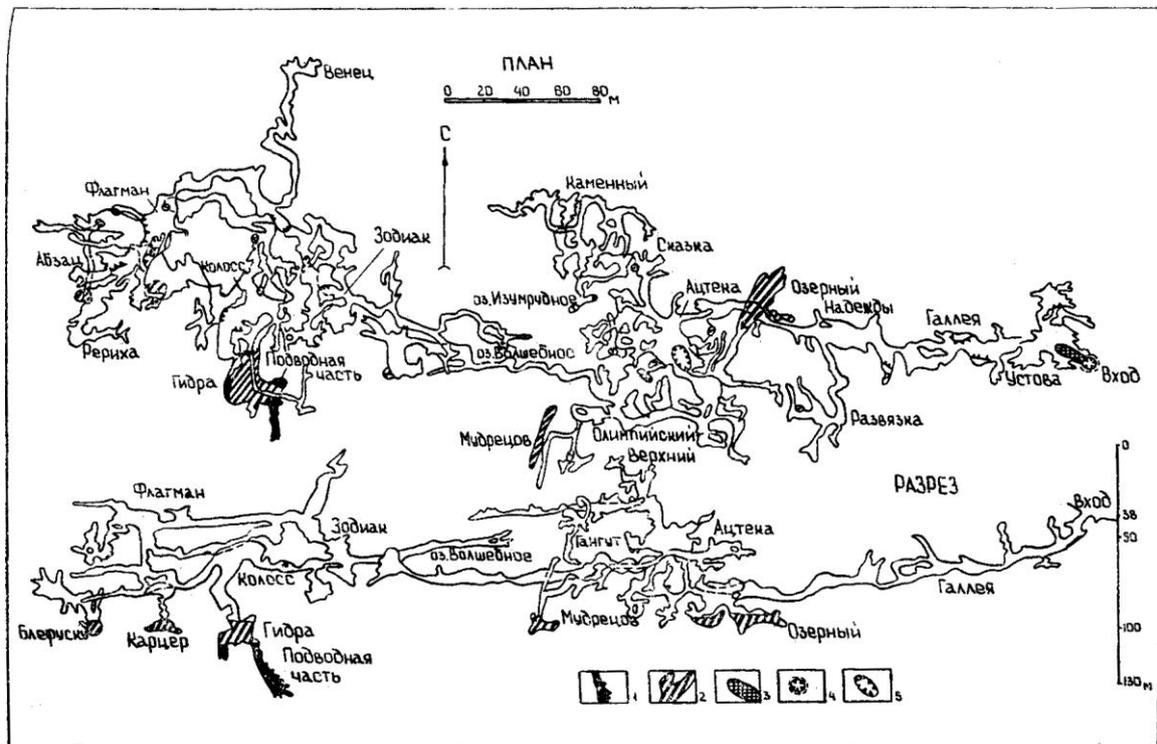


Рис. 2. Пещера Женевская. Съемка А. Медведева (Красноярский клуб спелеологов): 1 — затопленная часть; 2 — подтопляемая часть; 3 — лед; 4 — входной колодец; 5 — внутренние колодцы, уступы

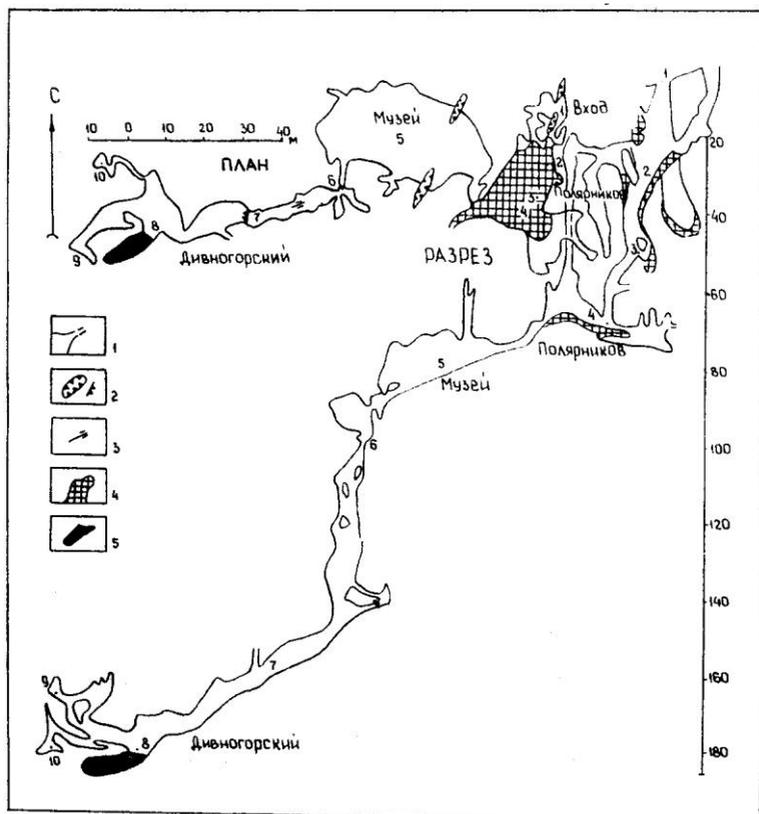


Рис. 3. Пещера Ледопадная. Съемка Л. Осадчука (Красноярский клуб спелеологов): 1 — контуры полости; 2 — колодцы, уступы; 3 — наклонные участки дна; 4 — наледи; 5 — озера

Морфология полостей контролируется трещиноватостью и разрывными нарушениями, палеорельефом, палеогидрогеологическими условиями, а также современной геоморфологической обстановкой.

Преобладают пещеры эрозионно-коррозионного класса [3]. Их вскрытие большей частью обусловлено склоновыми процессами. Реже пещеристые полости вскрыты вследствие провалов, расширения колодцев и поноров на междуречьях Нивально-коррозионные колодцы и шахты встречаются редко, расположены они чаще всего на пологих безлесых склонах южной экспозиции. Такими колодцами иногда вскрываются пещеристые полости. Пещеры-источники немногочисленны. Большинство пещер относится к плиоцен-четвертичным образованиям. Наиболее древними являются крупнейшие пещеры типа Бородинской, Большой Орешной, Женевской, образовавшиеся во фреатических условиях, предположительно в палеогене

— начале неогена, позднее осушенные из-за понижения базисов эрозии и вскрытые в среднем — позднем плейстоцене склоновыми процессами.

Пещеры Алтае-Саянской провинции содержат разнообразные отложения [16, 17]. Во входовых частях многих полостей наблюдается скопление льда (коры и покровы, иней, натечные формы, реже — глетчеры) [4]. Во внутренних частях значительных и крупных пещер преобладают гравитационные отложения, иногда чередующиеся с остаточными. Натечные формы обычно накладываются на эти отложения. Полости, красиво орнаментированные капельниками, являются частями пещерных систем. Капельники могут быть молодыми (одной-двух генераций) и древними, разрушающимися. Широко развиты явления перекристаллизации натечного кальцита. Многочисленны факты роста натечков II—III генерации в обстановке сухой пещеры из водяного пара, содержащего ионы кальция и гидрокарбоната.

С конца XIX в. сибирские пещеры рассматриваются как памятники истории. Археологические раскопки проведены в малых пещерах Алтая — Денисовой, Окладникова, Страшной и Усть-Канской, гротах Двуглазка и Проскурякова в Кузнецком Алатау, пещере Еленева Карауленского участка Восточного Саяна и др. [10—12]. Древнейшими являются орудия мустьерской культуры нижнего палеолита (34—45 тыс. л.), известные в гротах Двуглазка и Проскурякова, пещерах Денисова, Страшная и Окладникова. Многие изделия эпох неолита и раннего железа собраны в пещере Айдашинской [8]. Находки костей млекопитающих позднего плейстоцена и голоцена свидетельствуют об эволюции климата со сменой фаз остепнения и залесения зоны холмогорья [9].

Многие сибирские пещеры очень загрязнены в результате посещений их неорганизованными туристами, их натечные образования сильно повреждены, местами уничтожены (пещеры Джебская, Бородинская, Б. Орешная, Лысанская, Музейная и др.). Попытки объявления пещер памятниками природы, установки охранных дверей успеха не имели: щиты с текстами уничтожались, двери взламывались, в том числе с взрывчаткой. По-видимому, действенный способ защиты цепных спелеосистем — строительство объектом туризма и пещерных комплексов с туристскими, лечебными и научными целями.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамова З. А., Ермолаева Н. М. Грот Двуглазка — жилище неандертальца // Природа. 1977. № 9.
2. Гвоздецкий Н. А., Маринин А. М. Карст Алтая // Землеведение. Нов. сер. 1976. Т. 11 (51).
3. Дмитриев В. Е. Оледенение пещер как часть гляциосферы Земли // Карст Дальнего Востока и Сибири. Владивосток, 1980.

4. Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР. М., 1982.
5. Максимович Г. А. Распространение и районирование карста СССР // Уч. зап. Перм. ун-та. Пермь, 1962. Т. 24, вып. 3.
6. Максимович Г. А., Костарев В. П. Карстовая область Кузнецкого Алатау // Тр. Перм. политех. ин-та. Пермь, 1964. Вып. 2, №12.
7. Маринин А. М. Каталог карстовых пещер Алтая // Матер. по географии Алтайского края. Барнаул, 1975.
8. Молодин В. И., Бобров В. В., Равнушкин В. Н. Айдашинская пещера. Новосибирск, 1980.
9. Оводов Н. Д. Пещерные местонахождения остатков млекопитающих Сибири и Дальнего Востока // Карст Дальнего Востока и Сибири. Владивосток, 1980.
10. Окладников А. П., Муратов В. М, Оводов Н. В. и др. Пещера Страшная — новый памятник палеолита Алтая // Матер. по археологии Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1973.
11. Окладников А. П., Оводов Н. Д., Рыбаков С. А. Грот Проскуракова — новая палеолитическая стоянка в Хакасии // Бюл. Комиссии по изуч. четвертич. периода. 1975. № 41.
12. Окладников А. П., Оводов Н. Д. Палеолитическая стоянка в Денисовой пещере на Алтае // Археологические открытия 1977 г. М., 1978.
13. Равнины и горы Сибири/ Под ред. С. С. Коржуева. М, 1975. 352 с.
14. Цыкин Р. А. Карст Сибири. Красноярск, 1990. 154 с.
15. Цыкин Р. А., Бобрин В. Д. Лысанская пещера Восточной Саянской карстовой области // Пещеры. Пермь, 1976. Вып. 16. С. 64—72
16. Цыкин Р. А., Цыкина Ж. Л., Добровольский М. Н. Пещеры Красноярского края. Красноярск, 1974. 104 с.
17. Цыкин Р. А., Цыкина Ж. Л. Карст восточной части Алтае-Саянской складчатой области. Новосибирск, 1978. 104 с.
18. Цыкин Р. А., Цыкина Ж. Л. Плиоцен — четвертичный карст Тувы // Палеогеография Средней Сибири. Красноярск, 1987. С. 92—100.
19. Черняева К. П. Густота и плотность карстовых пещер в Северо-Западном Алтае // Пещеры. Пермь, 1969. Вып. 7 (8). С. 83—84.
20. Чикишев А. Г. Пещеры на территории СССР. М., 1973. 136 с.

## **ПЕЩЕРЫ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

На территории Иркутской области, площадь которой 768 тыс. км<sup>2</sup>, выделяются Среднесибирское плоскогорье и Саяно-Байкало-Становая горная страна, состоящая из Восточно-Саянского, Северо-Байкальского, Станового, Патомского нагорий, Прибайкальских гор и Байкальской впадины. В тектоническом отношении это Сибирская платформа, Саяно-Байкало-Становой складчатый пояс, включающий Байкальский рифт. Основные реки — Ангара с притоками, Нижняя Тунгуска, Лена.

Карстующиеся породы Сибирской платформы представлены доломитовыми и кальцитовыми мраморами, кальцифирами, разнообразными скарнами архея, верхнего архея — нижнего протерозоя, мраморами, кристаллическими известняками нижнего протерозоя, породами известняково-доломитового ряда, карбонатно-терригенными породами рифея и венда, соленосными, сульфатными и карбонатными породами кембрия, ордовика и девона, карбонатитами среднего девона, пресноводными известняками миоцена. Карстующиеся породы чехла внутренних частей платформы имеют преимущественно спокойное моноклинальное и горизонтальное залегание, осложненное локальными относительно пологими складками. По направлению к горному обрамлению на поверхность выходят все свиты ордовика, кембрия, а в горах — венда, рифея, нижнего протерозоя и архея, слагающие фундамент Сибирской платформы.

В Саяно-Байкало-Становом складчатом поясе карстующиеся породы представлены мраморами, кальцифирами и скарнами архея, мраморами, кристаллическими известняками, известняками и доломитами протерозоя, известняками и доломитами кембрия. Они слагают тектонические блоки, ксенолиты в интрузивах.

При построении схемы карстово-спелеологического районирования использован геоморфологический подход. Основаниями для этого являются несовпадение древней тектонической структуры с современным рельефом; преобладание среди карстовых пещер древних, размещение входов в которые определяется современным строением местности, существенной долей (24%) некарстовых пещер (преимущественно пещер отседания) в общем их количестве, распределение которых обусловлено помимо физических свойств пород морфологией территории.

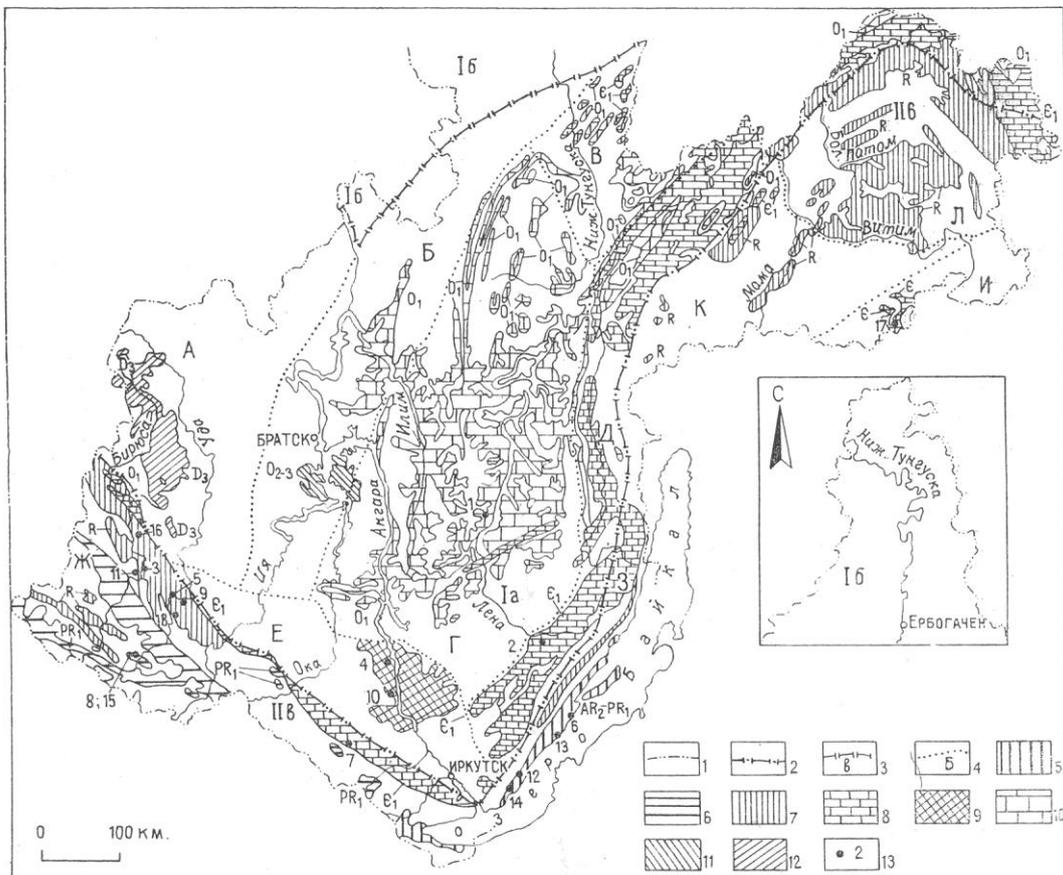


Рис 1. Схема карстово-спелеологического районирования Иркутской области: 1–4 — Границы: 1 — Иркутской области, 2 — спелеологических стран: I — Средне-Сибирского плоскогорья, II — Горного обрамления; 3 — спелеологических провинций: а — Ангаро-Ленской возвышенности, б — Тунгусско-Виллойской возвышенности, в — Саяно-Байкало-Становой горной системы; 4 — спелеологических областей: А — Ангаро-Чунского траппового плато, Б — Среднеангарского кряжа, В — Приленского плато, Г — Верхнеленского плато, Д — Предбайкальской впадины, Е — Иркутско-Черемховской равнины, Ж — Восточного Саяна, З — Прибайкальских гор, И — Станового нагорья, К — Северо-Байкальского нагорья, Л — Патомского нагорья: 5–12 — карстующиеся карбонатные и карбонатно-терригенные толщи: 5 — верхнего архея — нижнего протерозоя, 6 — нижнего протерозоя, 7 — рифея, 8 — нижнего кембрия, 9 — сульфатно-карбонатные толщи нижнего кембрия, 10 — нижнего ордовика, 11 — среднего-верхнего ордовика, 12 — верхнего девона; 13 — крупнейшие пещеры: 1 — Ботовская, 2 — Аргаранская, 3 — Старый Замок, 4 — Балаганская, 5 — Гребневская, 6 — Мечта, 7 — Куртуйская, 8 — Урунгайская, 9 — Бол. Нижнеудинская, 10 — Худугунская, 11 — Кременшетская, 12 — Загадай, 13 — Ая, 14 — Политехническая, 15 — Спириная, 16 — Кварцевая, 17 — Дяля, 18 — Тамаркина

Спелеологическая страна отвечает крупнейшим морфоструктурам Восточной Сибири — Среднесибирскому плоскогорью и его горному обрамлению. Иркутская область располагается на территории трех спелеологических провинций — Ангаро-Ленской возвышенности, занимающей южную часть Среднесибирского плоскогорья от устья Подкаменной Тунгуски на западе до устья Ньюи на востоке (находятся за пределами Иркутской области); Тунгусско-Виллойской; Саяно-Байкало-Становой (рис. 1).

Спелеологическая область соответствует крупным орографическим элементам плоскогорья. В пределах страны Среднесибирского плоскогорья выделено 6 спелеологических областей: Ангаро-Чунского траппового плато, Среднеангарского кряжа, Приленского плато, Верхнеленского плато, Предбайкальской впадины, Иркутско-Черемховской равнины. Территория Горного обрамления разбита на 5 спелеологических областей: Восточного Саяна, Прибайкальских гор, Северо-Байкальского, Станового и Патомского нагорий.

На сегодняшний день в Иркутской области известно 214 пещер. Среди них преобладают карстовые (76%), меньше пещер отседания (20%), представляющих собой трещины отседания склонов, абразионных (2%), выветривания (2%) и оползневая пещера.

Из 42 пещер отседания 1 заложена в долеритах отпрепарированного нижнетриасового траппового силла (Илимская пещера, Среднеангарский

кряж), 2 — в рифейских сланцах (область Прибайкальских гор), 6 — в среднекембрийских песчаниках (долина р. Лены, область Верхнеленского плато), 2 — в песчаниках венда (область Восточных Саян), остальные — в карбонатных породах венда — нижнего кембрия (3 пещеры), нижнего кембрия (пещера Бортовая в Становом нагорье, Чанчурская — в верховьях р. Лены, в Предбайкальской впадине, 18 — в бассейнах рек Китоя, Онота, Ирети в предгорьях Восточного Саяна) и нижнего ордовика в бассейнах рек Илима (пещеры Холоповская, Черная, Железногорские) и Ангары (пещера Спасская). Наиболее благоприятные условия для возникновения пещер отседания существуют на Среднесибирском плоскогорье и в предгорьях Саян. Пещеры отседания независимо от состава и возраста пород имеют сходные строение, морфологию и отложения.

Суммарная протяженность пещер отседания составляет 3135 м, суммарная глубина — 1195, средняя протяженность — 75, средняя глубина — 28. Протяженность пещер отседания колеблется от 12 до 820 м; она характеризует длину ложных полов и этажей, образованных заклиненными в узких частях трещин обломками вмещающих пород. Более важным показателем является длина горизонтальной проекции пещеры отседания. Пределы колебания длины проекций составляют 8—125 м, в среднем — 34 м.

Пещеры отседания представляют собой крутонаклонную субвертикальную или вертикальную щель зиянием от 20 см (граничный размер для проникновения человека) до 4 м в наиболее крупных пещерах. Средняя ширина ходов колеблется от 0,8 до 1,2 м. Особенностью пещер отседания является сужение поперечного сечения хода книзу. Во многих пещерах пол как таковой отсутствует, равно как и «глухое» смыкание стен по простиранию пещерообразующей трещины; на топосхемах эти элементы показываются пунктиром, что отражает сужение трещины до пределов возможности физического проникновения человека. Зияющие трещины уходят вниз на многие метры или десятки метров. Многие пещеры отседания в пределах Братского и Усть-Илимского водохранилищ подтоплены до разных уровней (например, пещера Спасская на Ангаре).

Пещеры прямолинейны, но нередко имеют в плане и поперечном сечении незначительные коленообразные изгибы. Изредка встречается сочленение двух трещин бортового отпора под прямым или тупым углом. Простирание пещер отседания совпадает с простиранием уступа борта долины. Стены в большинстве случаев круто наклонены в сторону долины, имея углы падения 70—80°, реже — 90°.

Наиболее крупной пещерой отседания является шахта Куртуйская (табл.), расположенная в приводораздельной части левого борта р. Онот на высоте 260 м над руслом в пределах низкогорья Восточного Саяна (рис. 1). Она развивается в нижнекембрийских карбонатных толстослоистых породах. Шахта имеет три входа, два из которых начинаются колодцами в дне глубоких конических воронок, образовавшихся над пещерой, третий — представляет собой отверстие-колодец диаметром 50 см на плоской вершине водораздела. На поверхности над пещерой расположена цепь суффозионно-просадочных воронок, частью — слившихся. При спуске во входные колодцы видно, что потолки пещеры образованы смещенными, перекосившимися, упершимися друг в друга блоками вмещающих пород. На глубинах 5—15 м этот раздробленный потолок заканчивается и колодцы выводят в щелеобразную шахту шириной 1,5—4 м с вертикальными стенами. На глубине 40—50 м расположено верхнее ложное дно — ход «Душ», пол которого сложен щебнем, глыбами и отломами карбонатных пород. На отдельных участках заметны фрагменты древней карстовой полости, рассеченной трещиной отседания.

В ряде мест в полу имеются проходы, ведущие в нижнюю часть Куртуйской шахты. Стены там постепенно сужаются и на глубинах 120—144 м ширина хода составляет 30—50 см. Степы в этих интервалах глубин покрыты толстым (5—10 см) слоем липкой глины красно-коричневого цвета.

Шахта Куртуйская влажная; в апреле—мае, летом и осенью после дождей в гроте «Душ» постоянно идет дождь, летом здесь стоит густой туман.

Пещеры выветривания сформировались в нижнеюрских песчаниках (пещера Вознесенская, Ангаро-Чунское плато), конгломератах (пещера Скрипер, Приморский хребет), верхнеархейско-нижнепротерозойских мраморах (пещера Узурская, о. Ольхон), нижнепротерозойских гнейсах и кристалло-сланцах (пещера Курма, Приморский хребет, побережье оз. Байкал).

Карстовые пещеры заложены в мраморах, графитистых мраморах (16 пещер), кальцифирах (3) и скарнах (1) верхнего архея — нижнего протерозоя, мраморах, графитовых мраморах (6), кристаллических известняках (7) нижнего протерозоя, доломитах (6), известняках (46), карбонатных песчаниках и гравелитах (2) рифея, известняках (5), доломитах (4) венда, известняках (10), доломитах (21), доломит-ангидритовых породах (1), гипсах, ангидритах, ангидрит-доломитах (4) нижнего кембрия, гипсоносных мергелях (1), известняках (21) среднего кембрия, известняках и песчаниках (5) нижнего ордовика, карбонатитах (2) среднего девона.

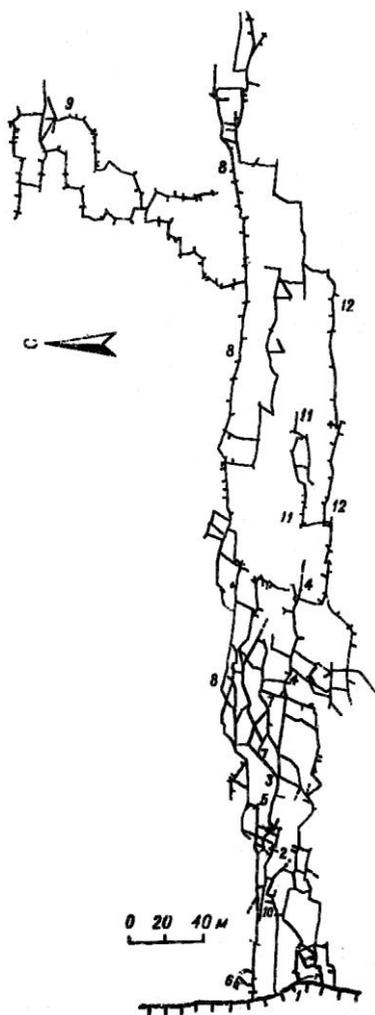


Рис. 2. План Ботовской пещеры (состояние на 1990 г.): 1 — Пещера Гардероб, 2—12 — наименование ходов: 2 — Большая стрелка, 3 — Серп, 4 — Грызунов, 5 — Медвежья Лужа, 6 — Клубочек, 7 — Ход невязок, 8 — Рогатина, 9 — Иппликатор, 10 — Бегательная галерея, 11 — Спортивный, 12 — Сталактитовый

Общая протяженность и глубина карстовых пещер достигает соответственно 33640 и 1221 м, амплитуда — 1402, средняя протяженность, глубина и амплитуда — соответственно 244, 9 и 10.

Крупнейшей пещерой Среднесибирского плоскогорья является Ботовская (табл., рис. 2), расположенная на левом борту р. Боты — левом притоке р. Лены (рис. 1). Вход в нее вскрывается в стенке рва отседания на высоте около 200 м над руслом реки. Пещера субгоризонтальная одноэтажная, в плане представляет собой решетчатый лабиринт, заложенный по сети тектонических трещин в пласте водорослевых известняков мощностью 2—4 м. Пласт известняков зажат в полого падающей толще песчаников нижнего ордовика. Поперечные сечения неразрушенных, ходов щелеобразные, верхние части сечений куполообразные; реже встречаются ходы-трубы с овальными сечениями. На дне галерей повсеместно распространены светло-коричневые глины: озерного генезиса в нижних частях разреза и переотложенные в субаэральных условиях в верхних частях.

Для широких ходов характерны гравитационные грубообломочные отложения. На отдельных участках встречаются хемогенные образования: кальцитовые коры на стенах, полу, сталактиты и кораллиты, арагонитовые брчки, сталактиты — луковицы, каменные цветы, геликтиты, коры. В галереях, близких к поверхности земли, развиваются ледяная кора на стенах и полу, сталактиты и сталагмиты, многолетние наледи. Пещера влажная, повсеместно отмечается капеж, передки лужи и мелкие озера. По всей пещере встречаются скелеты летучих мышей. Полость возникла и развивалась во фреатической зоне.

Наиболее крупной в спелеологическом районе высокогорья Восточного Саяна является Урунгайская пещера (табл., рис. 3). Она расположена на вершине Джуглымского хребта на правом борту ручья Урунгай — левого притока р. Уды у пос. Алыгджер (рис. 1). Вход в пещеру представляет собой грот, в дальней части которого узкий лаз выводит в обширные залы 3-го этажа. Под залами проходят галереи 4-го этажа с сифонными озерами. Имеется также два верхних этажа с решетчато-лабиринтовым строением.

Пещера заложена в массиве нижнепротерозойских графитовых (5—20%) мраморов. Вторичные образования представлены гидрогенными льдами, заполняющими чашу озера в Кристальном зале, слагающими эффектные ледяные горки, беседки, сталагматы, сталактиты, сталагмиты, змейки; атмосферными кристаллами льда, покрывающими потолки и стены в Кристальном зале; коричневыми глинами, насыщенными чешуйками графита; глыбами и более мелкими обломками мраморов; остаточной мукой — продуктом высаливания льдов; кальцитовыми сталактитами, сталагмитами, брчками, гурами, корами на стенах и полу, мондмилльхом.

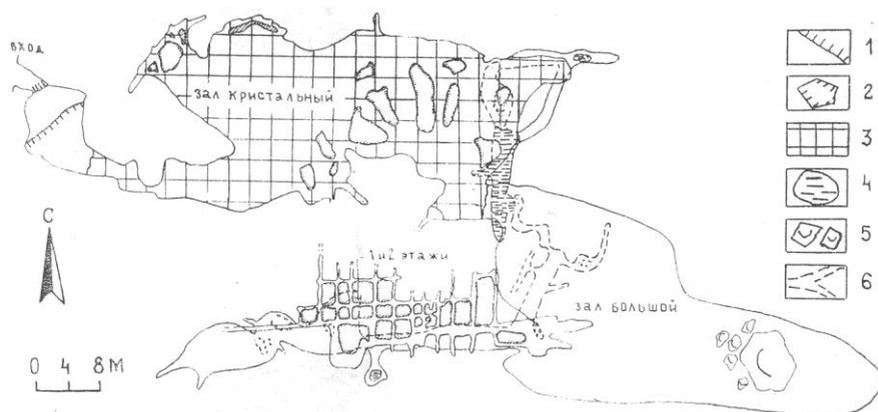


Рис. 3. План Урунгайской пещеры: 1 — скальные уступы, 2 — целики вмещающих пород, 3 — гидрогенный лед, 4 — озера, 5 — глыбы, 6 — контуры нижерасположенных ходов

Пещера формировалась, вероятно, во фреатической зоне и была вскрыта эрозионно-денудационными процессами при воздымании Восточного Саяна.

В спелеологической области Прибайкальских гор одной из крупнейших является пещера Загадай, расположенная в водораздельной части Приморского хребта в бассейне р. Куртун (табл., рис. 1). Вход представляет собой провальный колодец, образовавшийся при обрушении свода зала Ангар. Пещера субгоризонтальная, заложена в рифейском известняковом строматолитовом биогерме. Состоит из нескольких залов, ходов различной морфологии и размеров. Вторичные образования представлены в основном глыбовыми гравитационными накоплениями и коричневыми глинами мощностью свыше 9 м. Спорадически встречаются древняя кальцитовая натечная кора на стенах и полу, часто обрушенная и корродированная, сталагмиты, гуры, реликты сталактитов-луковиц. Пещера влажная, для нее характерны капез, образование эфемерных луж; в зале Ангар зимой образуются ледяные сталагмиты. Полость формировалась в зоне полного насыщения.

Помимо пещер, образовавшихся во фреатической зоне, выявлено 66 полостей, имеющих коррозионно-эрозионный генезис. К ним относятся пещеры Аргараканская, Кременшетская, Кадилинские, Сарминская, Политехническая, Еловские, Онотские, Раздолинские, Дяля и ряд других.

В карстовых пещерах повсеместно распространены гравитационные отложения, в меньшей степени — ледяные, хемогенные и биогенные, спорадически встречаются аллювий, лимний, антропогенные и остаточные отложения.

Археологически изучены лишь пещеры Байкала. Наиболее древние следы пребывания человека обнаружены в пещере Куртун-1 в Приморском хребте. Здесь при палеонтологических раскопках вскрыто кострище мустьерского возраста (древнее 40 тыс. лет), датированное радиоуглеродным методом по древесному углю. В пещерах Боро-Хухан (о. Ольхон на Байкале), Тонты (Приольхонское плато), Скрипер, Обухеиха найдены археологические материалы эпохи позднего неолита (конец IV—III тыс. до н. э.),

### Пещеры Иркутской области

Название	Длина, м	Глубина/ амплитуда	Возраст пород	Состав пород
Ботовская	15600	9/8	O <sub>1</sub>	И, П
Аргараканская	2748	57/59	Є <sub>1</sub>	И, Д
Старый Замок	1700	0/8	R	П, Гр
Балаганская	1200	20	Є <sub>1-2</sub>	Гп, Д
Гребневская	1100	29	PR	Д
Мечта	830	52	AR <sub>2</sub> —PZ <sub>1</sub>	МГ
Куртуйская	820	144	Є <sub>1</sub>	И—Д
Урунгайская	787	28	PR <sub>1</sub>	МГ
Большая Нижнеудинская	718	20	V	И
Худугунская	650	12	Є <sub>1</sub>	ДА
Дременшетская	615	65	R	И
Загадай	600	20	R	И
Ая	578	32	AR <sub>2</sub> —PZ <sub>1</sub>	М
Политехническая	550	60	R	И
Спиринская	537	40	PR <sub>1</sub>	МГ
Кварцевая	440	27	R	Д
Дяля	302	60	Є <sub>2</sub>	И
Тамаркина	250	26	V?	И
Онотская Большая	226	10	PR <sub>1</sub>	И
Железногорская-6	185	60	O <sub>1</sub>	Кп
Хурганская	184	35	AR <sub>2</sub> —PZ <sub>1</sub>	К
Малая Нижнеудинская	169	32	V	И
Новонукутская	150	11	Є <sub>1</sub>	Гп, Д
Майская	150	45	Є <sub>1</sub>	Д
Сарминская	150	44	R	И
Октябрьская	150	20	AR <sub>2</sub> —PZ <sub>1</sub>	М

Продолжение таблицы

Название	Длина, м	Глубина/ амплитуд а	Возраст пород	Состав пород
Куртинская	148	0/4	R	И
Железногорская-3	140	40	O <sub>1</sub>	Кп
Онотская Малая	136	0/8	PR <sub>1</sub>	И
Светлая	126	12	PR <sub>1</sub>	МГ
Радостная	125	19	V—E <sub>1</sub>	Д
Мара	117	0/4	R	М
Малая Юлинская	115	80	E <sub>1</sub>	Д
Раздолинская	105	60	E <sub>1</sub>	Д
Бурунская	105	42/43	R	И
Ия	100	15	PR <sub>1</sub>	Д
Волглая	98	50	V—E <sub>1</sub>	Д
Большая Юлинская	89	47	E <sub>1</sub>	Д
Усть-Тагульская	81	25	E <sub>1</sub>	Д
Илийская	80	67	E <sub>1</sub>	И—Д
Чанчурская	80	50	E <sub>1</sub>	И
Моховая	78	26	V	П
Верхнегутарская	76	16/17	E <sub>1</sub>	И
Железногорская-1	76	33	O <sub>1</sub>	Кп
Бархатовская	75	3	E <sub>1</sub>	Д
Куницинская-10	72	42	E <sub>2</sub>	П
Большая Байдинская	70	11	AR <sub>2</sub> —PZ <sub>1</sub>	МГТ
Узкая	70	0/2	E <sub>1</sub>	И
Тонты	67	9	AR <sub>2</sub> —PZ <sub>1</sub>	К
Приятная	64	16	E <sub>1</sub>	Д
Уда	64	0,5	PP	Д

## Продолжение таблицы

Название	Длина, м	Глубина/ амплитуда	Возраст пород	Состав пород
Куницинская-б	60	45	$\text{E}_2$	П
Старая	60	8	R	И
Боны	58	14	$\text{E}_1$	Д
Динозавр	58	17	$\text{E}_1$	Д
Случайная	56	12	$\text{AR}_2\text{—PZ}_1$	М
Карбонатитовая	56	30	$\text{D}_2$	Кб
Железногорская-2	54	26	$\text{O}_1$	Кп
Куртун-1	54	4/7	R	И, С
Епифановская	52	16	$\text{E}_2$	И
Малая Байдинская	52	5	$\text{AR}_2\text{—PZ}_1$	МГ
Курумная	50	?/6	R	М
Среднемамаканская	50	21	$\text{E}_2$	И
Литвиновская	48	22	$\text{E}_2$	П
Вологодского	46	17	$\text{AR}_2\text{—PZ}_1$	М
Голоустенская	46	11	R	И
Козий Двор	44	12	$\text{E}_1$	И
Верхняя	42	4/7	$\text{PR}_1$	И
Еловская	41	1/2	R	И
Рублевая	40	29	$\text{E}_1$	И—Д
Шаманская	40	6	$\text{AR}_2\text{—PZ}_1$	МГ
Железногорская-4	40	26	$\text{O}_1$	Кп
Куницинская-2	37	12	$\text{E}_2$	П
Комаринская	37	22	$\text{E}_1$	Д
Холмушинская	36	0/5	$\text{E}_1$	Д
Комарик	36	36	$\text{E}_1$	Д
Чернорудская	34	16	$\text{AR}_2\text{—PZ}_1$	МГ

Название	Длина, м	Глубина/ амплитуда	Возраст пород	Состав пород
Школьная	33	25	V—Є <sub>1</sub>	Д
Заплёскинская	32	16	Є <sub>2</sub>	П
Большого Медведя	30	8	Є <sub>1</sub>	И
Угловая	30	16	R	С
Скотомогильник	30	10	AR <sub>2</sub> —PZ <sub>1</sub>	МГ
Железногорская-5	30	14	O <sub>1</sub>	П
Пиранья	28	0,8/5	Є <sub>1</sub>	И
Нижняя Улангинская	28	14	Є <sub>1</sub>	И, Д
Ботовская-2	28	0	O <sub>1</sub>	И
Куртун-8	26	0	R	И
Подарочек	26	17	Є <sub>1</sub>	Д
Карстовая	25	10	Є <sub>2</sub>	И
Рядовая	25	7	AR <sub>2</sub> —PZ <sub>1</sub>	М
Куртун-II	24	0	R	И
Кадилинская	23	0/9	R	И
Идыга	23	3	Є <sub>1</sub>	И
Дансинг-Холл	23	11	R	И
Бурун	22	3	R	И
Саган-Заба-2	22	0/2	AR <sub>2</sub> —PZ <sub>1</sub>	М
Еловская-2	21	7	R	И—Д
Бортовая	20	10	Є <sub>1</sub>	И
Грудового энтузиазма	19	1,5	R	И
8 Марта	19	11	PR <sub>1</sub>	МГ

**Примечание.** И — известняк, Д — доломит, И—Д — породы известняково-доломитового ряда, М — мрамор, МГ — мрамор графитовый, МГТ — мрамор графитовый тремолитизированный, К — кальцифиры, Кп — карбонатные породы, П — песчаники, Гр — гравелиты, Гп — гипсы, ДА — доломит-ангидритовые породы, Кб — карбонатиты, С — сланцы.

в пещерах Тонты и Малая Байдинская (Приольхонское плато) — артефакты бронзового — раннего железного веков (VII—II вв. до н. э.). Активное освоение пещер (Боро-Хухан, Узурская, Большая и Малая Байдинские, Тонты, Ая, Курта, Кадилинская) характерно для позднего железного века (V—X вв.). Захоронение древнебурятского периода (XI—XV вв.) установлено в пещере Шида. В пещерах Зундук, Шида, Хурганская, Большая и Малая Байдинские, Тонты, Куртун-VII, Кадилинская, Шаманская встречены предметы материальной культуры старобурятского периода (XVI—XIX вв.).

В целях планового туризма используется пещера Мечта на Байкале, являющаяся одним из основных экскурсионных объектов турбазы «Маломорская» в пос. Сахюрта.

**А. Г. Филиппов**  
ВостСибНИИГГи МС

## **ПЕЩЕРЫ БУРЯТИИ**

Бурятия расположена на юге Восточной Сибири, от 50 до 57° с. ш. и от 99 до 117° в. д. Большая часть площади представляет собой среднегорье, вместе с тем на ней имеются и высочайшие в Восточной Сибири горные цепи с альпийским рельефом.

В широких межгорных долинах встречаются степи, лесостепи и луга. На южных склонах хребтов степи простираются до отметки 900—1000 м над уровнем моря. Выше — до 1500—1600 м — господствуют лесные ландшафты, сменяющиеся затем субальпийскими и альпийскими. Для территории характерно значительное сезонное промерзание грунтов и островное развитие вечной мерзлоты. Крупнейшими реками являются Селенга с притоками Чикой, Хилок, Джиды и Уда, Баргузин (400 км), Верхняя Ангара (640 км), Витим (1294 км), Иркут (350), Ципа, Амалат, Муя.

Карстующиеся породы встречаются в виде отдельных массивов, тектонических блоков, ксенолитов в интрузивах. Наибольшие пространства имеют карстующиеся породы в Восточном Саяне.

Спелеологическое районирование Бурятии осуществлено на геоморфологической основе. В границах республики выделены 2 спелеологические провинции: Саяно-Байкало-Становая и Забайкальского среднегорья — и 5 спелеологических областей (рис. 1).

Горные хребты

- 1-Окинский, 2-Сархойский, 3-Бельские гольцы, 4-Китойские гольцы,  
 5-Тункинские гольцы, 6-Хамар-Дабан, 7-Уругудеевский, 8-Хангарульский,  
 9-Ключевской, 10-Джидинский, 11-Малый Хамар-Дабан, 12-Хамбинский,  
 13-Моностой, 14-Заганский, 15-Малханский, 16-Морской, 17-Улан-Бургасы.  
 18-Мухор-Тала, 19-Цаган-Дабан, 20-Курбинский, 21-Зусы, 22-Худунский,  
 23-Цаган-Хунтей, 24-Байкальский, 25-Баргузинский, 26-Ямбуйский,  
 27-Голондинские горы, 28-Икатский, 29-Чуйский, 30-Унгдар, 31-Кичерс-  
 кий, 32-Сынныр, 33-Верхне-Ангарский, 34-Северо-Муйский,  
 35-Муаяканский, 36-Южно-Муйский, 37-Ципинские горы.

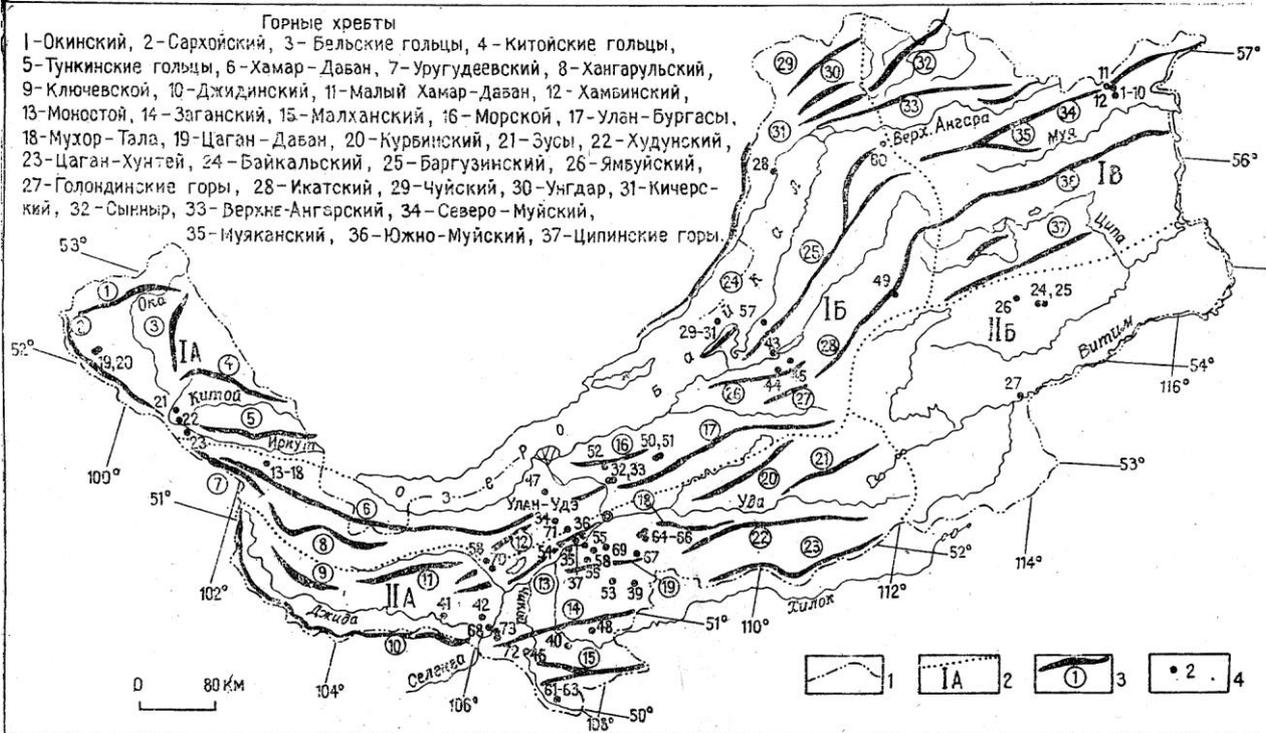


Рис. 1. Схема спелеологического районирования, расположении пещер и горных хребтов Бурятии: 1 — границы Бурятии, 2 — границы спелеологических провинций I — Саяно-Байкало-Становой и II — Забайкальской) и областей (IA — Восточного Саяна, IB — Прибайкальских гор; IV — Станового нагорья; ПА — Селенгинской Даурии, ПБ — Витимского плоскогорья); 3 — горные хребты, 4 — пещеры: 1 — Известковая, 2 — Реликтовая, 3 — карстовый мост Заманчивый, 4 — Иркутская, 5 — Аикта, 6 — Аикта-2, 7 — Аикта-3, 8 — Болотная, 9 — Келяна, 10 — Болаикта, 11 — колодец Золотой, 12 — Буровая, 13 — Харагун, 14 — Звезда, 15 — Лисья, 16 — Барна-Гыр, 17—18 — Харагунские 5 и 6, 19 — Саган-Ула, 20 — Улан-Байса, 21 — Тумелик, 22 — Буддийская, 23 — Монды, 24 — Долганская Яма, 25 — Дельфин, 26 — Амагдак, 27 — Ингурская, 28 — Большая Лударская, 29—31 — Ушканы 1, 2 и 3; 32—33 — Итанцинские 1 и 2, 34 — Гун-Саба, 35 — Оргали, 36 — Ганзуриная, 37 — Эрденей, 38 — Пестерева, 39 — Новоспасская, 40 — Ара-Киретская, 41 — Сарбадуй, 42 — Лувичная, 43 — Банная, 44 — Читканская, 45 — Кладовая, 46 — Кумын, 47 — Тимлюйская, 48 — Мало-Гутайская, 49 — Икатская, 50 — Прорва, 51 — Кика, 52 — Кальцитовая, 53 — Сутай, 54 — Нукэтэ, 55 — Модото, 56 — Тарбагатай, 57 — Малочеремшанская, 58 — Удунга, 59 — Южно-Муйская, 60 — Кумора, 61 — Городовой Утес, 62 — Чикой, 63 — Анагустай, 64 — Кашкаргой, 65 — Новая Брянь, 66 — Брянка, 67 — Старая Брянь, 68 — Зарубино, 69 — Надеино, 70 — Темниковская, 71 — Овчин, 72 — Усть-Кяхтинская, 73 — Бян-Дэлгэр

Спелеологическая область Восточных Саян соответствует одноименному нагорью, включающему плоскогорья, горные массивы и хребты высотой 1800—3492 м. В ее пределах распространены мраморы, кристаллические известняки, кальцифиры архея и протерозоя, известняки, доломиты и их брекчии венда и кембрия; известны также локальные массивы известняков ордовика. Наиболее крупными являются карстовые пещеры Саган-Ула и Улан-Байса в Сархойском хребте, заложенные в известняках нижнего — среднего кембрия.

В Тункинских гольцах небольшие пещеры развиты в кристаллических известняках нижнего протерозоя (пещеры Монды и Буддийская) и известняках рифея (пещера Тумелик). Происхождение этих полостей связано с выветриванием и выкрашиванием интенсивно трещиноватых пород. Размеры их невелики — не превышают нескольких метров в любом сечении. Потенциальные спелеоресурсы области связаны не только с массивами карстующихся пород, но и с плато-базальтами неогена (лавовые пещеры, пещеры отседания).

Спелеологическая область Прибайкальских гор включает высокие (2000—2500 м) хребты, вытянутые вдоль Байкала (рис. 1). Карстующиеся породы встречаются спорадически в виде изолированных тектонических блоков, ксенолитов, в интрузивах гранитов, сиенитов.

## Морфометрическая характеристика некоторых пещер Бурятии

№ на рис.	Наименование пещеры	Длина, м	Глубина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Вмещающие породы		Тип отложений	Генезис пещеры
						состав	возраст		
1	Заманчивый мост	4,5	0	4	4	И	Є <sub>2</sub>	Г	К
2	Известковая	12	0	9	38	И	Є <sub>2</sub>	Г	К
3	Реликтовая	22	0	14	35	И	Є <sub>2</sub>	Г	КА
4	Иркутская	88	2	290	550	И	Є <sub>2</sub>	Г, ГЛ, Б	КЭ
5	Аикта	37	0	162	194	И	Є <sub>2</sub>	Г	КВ
6	Аикта-2	101	1,4	7,5	7	И	Є <sub>2</sub>	Г	КЭ
7	Аикта-3	12	0	14	9	И	Є <sub>2</sub>	Г	КЭ
8	Болотная	40	0	56	84	И	Є <sub>2</sub>	Г, Б	КЭ
9	Келяна	10	0	50	350	И	Є <sub>2</sub>	Г	КЭ
10	Болаикта	5	0	4	4	И	Є <sub>2</sub>	Г	КЭ
11	Золотой колодец	4	4	7	28	И	Є <sub>2</sub>	Х, ГЛ, Г	КЭ
12	Буровая ниша	3	0	15	11	И	Є <sub>2</sub>	Г, Х	КЭ?
24	Долганская Яма	4684	125			ИТ	PR <sub>3</sub> —Є <sub>1</sub>	Х, ГЛ, А, Г, В, Б	КЭ
25	Дельфин	35	16	15	38	И	PR <sub>2</sub> —Є <sub>1</sub>	ГЛ, Г	КЭ
30	Ушканья-2	4	0	не опр.		М	AR <sub>2</sub> —PR <sub>1</sub>	Л, АН	А
32	Итанцинская-1	3	0	не опр.		Д	PR <sub>1</sub>	Г, Б, АН	КЭ
43	Банная	12,8	0	33	36	Г?	PZ <sub>1</sub> ?	Г, Б, АН	?

## Окончание таблицы

№ на рис.	Наименование пещеры	Длина, м	Глубина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>	Вмещающие породы		Тип отложений	Генезис пещеры
						состав	возраст		
52	Кальцитовая	192	42	326	292	И	PR <sub>3</sub>	Г, X, Б	ГТК
53	Сутай	7	0	не опр.		Г	T—J <sub>1</sub>	Г	В
56	Тарбагатай	10	0	не опр.		И	?	Г	КЭ
57	Малочеремшанская	15	0	22	170	ГН		Л, ГЛ	А
№	Городовой Утес	10	0	24	50	Б	N <sub>1</sub>	Г	?
62	Чикой	3	0	не опр.		Б	N <sub>1</sub>	Г	?
70	Гемниковская	12	0	не опр.		Т	T <sub>3</sub> —J <sub>1</sub>	Г, Б, АН	?
72	Усть-Кяхтинская	16	0	не опр.		И	PR <sub>2</sub>	Г	?
73	Баян-Дэлгэр	27	0	не опр.		И	PR <sub>2</sub>	Г	?

**Примечание.** Состав вмещающих пород: И — известняк, ИТ — известняк тремолитизированный, Д — доломит, М — мрамор, Г — гранит, ГН — гнейс, Б — базальт, Т — трахит. Типы отложений: Г — гравитационные, А — аллювий, Б — биогенные, АН — антропогенные, ГЛ — гляциальные, Л — лимний, X — хемогенные, В — водно-механические глины. Генезис пещер: КЭ — коррозионно-эрозионный, К — коррозионный, А — абразивный, В — выветривания, ГТК — гидротермокарстовый.

Они представлены мраморами, кальцифирами нижнего протерозоя, известняками и доломитами рифея, венда и кембрия.

Карстовые пещеры обнаружены в хребтах Уругудеевском (6 пещер в нижнепротерозойских мраморах на р. Харагун), Хамар-Дабане (Тюмлюйская пещера в кристаллических известняках нижнего протерозоя), Морском (пещеры Кальцитовая в верхнепротерозойских известняках и Итанцинские 1 и 2 в нижнепротерозойских окремненных известняках), Улан-Бургасы Кумора в нижнекембрийских известняках), Икатском (пещера Икатская в нижнекембрийских карбонатных породах).

Крупнейшая пещера области — Кальцитовая — сформировалась в полосчатых бело-серых среднезернистых известняках с примесью окисленного пирита. Залегание полосчатости субвертикальное ( $80\text{—}82^\circ$ ), реже — крутонаклонное — до  $60^\circ$ , простираение ее ориентировано параллельно впадине Байкала ( $55\text{—}75^\circ$ ), падение — на северо-запад. Пещера представляет собой вскрытый реликт гидротермокарстовой полости, состоящий из крутонаклонных трубообразных ходов, и обвальных гротов (рис. 2). Простираение ходов совпадает с простираениями полосчатости известняков и впадины оз. Байкал.

Стены и потолки ходов инкрустированы кристаллической корой гидротермального кальцита мощностью 15—25 см. Встречаются лимонитовые сталактиты, коры, змейки, занавеси и сталагмиты поперечником и высотой до 30 см, кальцитовые натеки — древние сталактиты, сталагмиты, коры, драпировки и современные брчки, змейки и сталактиты, кальцитовые кораллиты. Пол пещеры завален обломками известняка и кальцитовых кор.

Помимо карстовых археологами изучены абразионные пещеры на побережье оз. Байкал: три пещеры на Большом Ушканьем острове, заложенные в мраморах верхнего архея — нижнего протерозоя, Малочеремшанская в гнейсах нижнего палеозоя (Баргузинский хребет) и Большая Лударская — в нижнепротерозойских гранитах (Байкальский хребет). Известны также пещеры в гранитах рифея (Читканская и Кладовая) в пределах Ямбуйского хребта и нижнего палеозоя (пещера Банная, табл.), в Баргузинском хребте.

Спелеологическая область Станового нагорья является одной из наиболее исследованных. Здесь в виде изолированных тектонических блоков распространены ниже- и среднекембрийские известняки и доломиты, наиболее закарстованные; среднепротерозойские известняки; прослои мраморов в толщах нижнепротерозойского возраста.

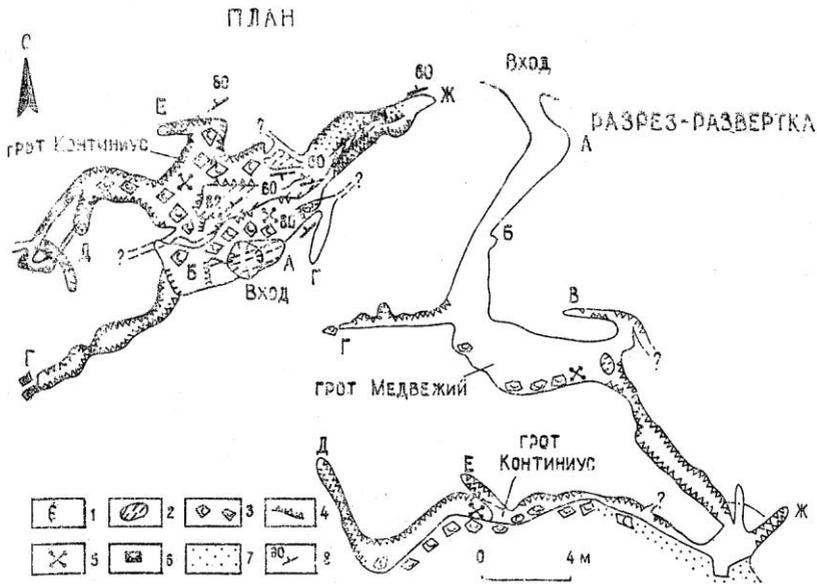


Рис. 2. Топоъемка пещеры Кальцитовой: 1 — вертикальный уступ; 2 — породный целик; 3 — обломки известняков и кальцитовых кор; 4 — коры гидротермального кальцита; 5 — кости млекопитающих; 6 — шурф; 7 — песок, дресва; 8 — элементы залегания вмещающих известняков

Карбонатные породы слагают горные гряды с крутосклонным рельефом, платообразные поверхности; они находятся на высоте до 1500—1600 м над уровнем моря при относительном превышении над днищами местных долин в 600—900 м. В пределах Северо-Муйского хребта изучено 12 карстовых пещер, заложенных в известняках раннего кембрия. Наиболее крупными являются пещеры Аикта (длиной 37 м) и Иркутская (88 м).

Пещера Иркутская (рис. 3) развита в светло-серых катаклазированных известняках. Пещера имеет два просторных входа западной и юго-западной экспозиции, находящихся в известняковых скалах на высоте 90 м над тальвегом суходола Аикта. Пол ходов сложен термо-гравитационными отложениями — отломами известняков и светло-коричневым суглинком, насыщенным костями летучих мышей. Большую часть года заполнитель проморожен, оттаивает он лишь к августу.

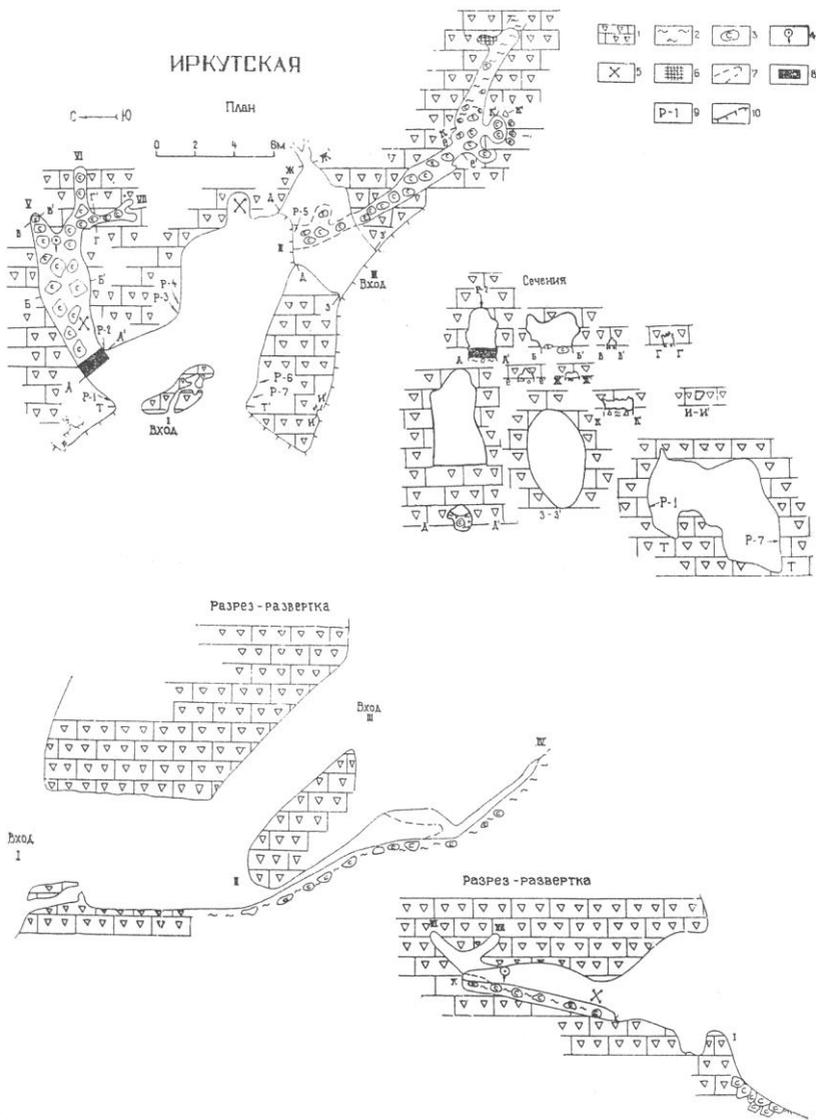


Рис. 3. Топоъемка пещеры Иркутской: 1 — катаклазированные известняки, 2 — суглинки, 3 — крупный щебень и отломы известняков, 4 — капли, 5 — кости млекопитающих, 6 — гидрогенный лед, 7 — ходы, расположенные один под другим, 8 — расчистка, 9 — наскальные рисунки и их номера, 10 — скальные уступы

На полу пещеры собраны кости птиц и животных: косули, зайца, лесной полевки. В поверхностном слое мощностью до 5 см обнаружены кости лесной полевки, красной лесной полевки, куньих и хищника (определения М. А. Ербаевой). На стенах входного грота есть наскальные рисунки [2]. В отложениях левого хода обнаружены фрагменты керамики грубой лепной работы. По мнению В. Н. Ветрова они относятся к 3 тысячелетию до н. э. — 1 тысячелетию н. э.

Пещера Иркутская имеет коррозионно-эрозионный генезис и представляет собой реликт единой древовидной крутонаклонной пещерной системы, вскрытой и расчлененной эрозией на ряд изолированных фрагментов. К этой древней системе принадлежат также пещеры Аикта, Аикта-2 и -3. Одна пещера найдена в доломитах Южно-Муйского хребта.

Спелеологическая область Витимского плоскогорья. Карстующиеся массивы сложены известняками, доломитами и мергелями нижнего, среднего и верхнего кембрия, верхнего кембрия — ордовика, рифея, а также мраморами и кальцифирами архея. Карст в пределах плоскогорья развит слабо, однако в области расположена крупнейшая пещера Бурятии — Долганская Яма 1 (табл.).

Она представляет собой сложный объемный лабиринт крутонаклонных, вертикальных и горизонтальных ходов (рис. 4), выработанных в серых и черных тремолитизированных известняках верхнего рифея — нижнего кембрия. Породы образуют мелкие складки, осложненные зонами повышенной трещиноватости и тектонического брекчирования. Средняя высота ходов составляет 4,2 м, ширина — 2,6 м. В потолках развиты сложные ветвящиеся системы органных труб — вертикальных лабиринтов, так называемые «соты». Распространены кальцитовые натечные коры мощностью до 10 см, кораллитовые коры толщиной до 20 см, реже — сталактиты и сталагмиты, единичные геликтиты (в ходе Карман). На глубине 0—80 м наблюдается обилие кальцитовых натечков, на глубине 80—125 хомогенные образования скудны либо отсутствуют. В пещере два сифонных озера. Температура воздуха в октябре +4°C. На дне провала собраны кости грызунов (азиатский бурундук, суслик, полевки: Миддендорфа, экономка, северо-сибирская, узкочерепная, скальная; лесные полевки: красная, красно-серая; лесной лемминг, белка-летяга); зайцев, северных пищух; сибирской кабарги, а внутри пещеры — черепа и нижние челюсти рукокрылых — бурого ушана, большого трубноноса, ночниц Иконникова и Брандта.

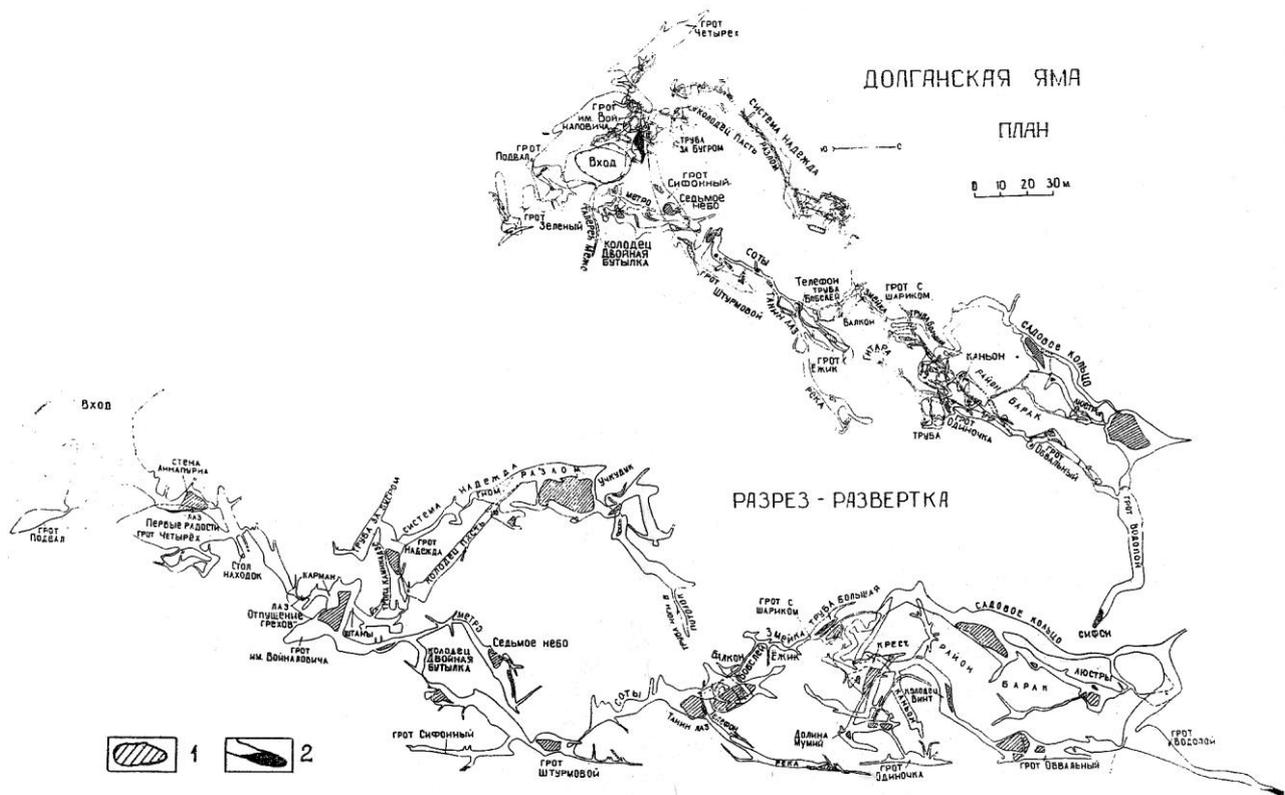


Рис. 4. Топоъемка пещеры Долганская Яма: 1 — породные целики, 2 — пещерные озера

Кроме описанной известны пещера Дельфин, являющаяся частью системы Долганская Яма, и пещера Амандак длиной около 10 м.

Лавовая пещера вытекания в базальтах (Ингурская) обнаружена в скальном береговом обрыве р. Витим (табл.).

Спелеологическая область Селенгинской Даурии характеризуется незначительным и крайне фрагментарным распространением карстующихся пород: архейских мраморов и кальцифиров, известняков и доломитов рифея, венда, нижнего и среднего кембрия. Из 30 известных пещер лишь две заложены в известняках — Тарбагатай и Надеино — и одна — Усть-Кяхтинская — в мраморизованных известняках. Остальные могут быть отнесены к гипергенному подклассу полостей. Они развиты в разнообразных эффузивных, интрузивных и осадочных породах нижнекембрийского, верхнепалеозойского, мезозойского и миоценового возраста. Все эти пещеры невелики (табл.); они были выявлены и изучены краеведами, археологами и этнографами [3], однако сколько-нибудь значимых находок сделано не было. Исключением являются многочисленные наскальные рисунки и надписи в пещерах и возле их входов.

Пещеры Бурятии в настоящее время не используются.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мороз О. И., Филиппов Л. Г. Долганская Яма крупнейшая пещера Бурятии / Геология и прогнозирование месторождений полезных ископаемых Восточной Сибири: Тез. докл. к регион, конф. Иркутск, 1989.
2. Филиппов А. Г., Докучаев А. Г. Петроглифы пещеры Иркутской (Бурятия) / Палеоэтнология Сибири. Иркутск, 1990.
3. Хороших П. П. Пещерные стоянки Сибири как исторический источник: Дис... канд. ист. наук. Иркутск, 1955. Т. 1—2.

**В. Н. Дублянский, Г. Н. Дублянская**

Симферопольский университет,  
Симферопольский филиал ДИСИ

#### ПЕЩЕРЫ КРЫМА

Крым относится к наиболее хорошо изученным спелеорегионам [3, 6, 8, 9]. Однако в 1980—1990-е гг. произошли существенные изменения в представлениях о проблеме спелеогенеза, классификации и корреляции карстовых полостей, а также в подходе к инженерно-геологическом и экологической оценке закарстованных территорий.

Поэтому нами предпринята попытка переосмыслить имеющиеся спелеоматериалы с новых позиций.

История исследования пещер Крыма освещена ранее [8]. На 1 января 1993 г. в генеральный кадастр карстовых полостей Крыма внесено 870 пещер и шахт общей протяженностью 71,2 км и глубиной 23,0 км. Около 80% их открыто в 1959—1969 гг. С 1970 г. продолжается медленное (в среднем 0,3% в год) увеличение числа известных полостей. Прогноз, сделанный по соотношению количества полостей с 5, 4, 3, 2, 1 входами и без них [21], свидетельствует, что в Крыму должно быть не менее 2500 полостей. Экстенсивный период в истории изучения его пещер нельзя считать завершенным. К сожалению, спелеологи часто не выполняют во вновь открытых полостях исследования даже в минимальном объеме, Поэтому в кадастр не включено несколько десятков пройденных полостей.

На 1 января 1993 г. крупнейшими в Крыму являются пещера Красная протяженностью 13700 м и глубиной 235 м и шахта Солдатская протяженностью 2150 м и глубиной 515 м. К категории крупных относятся 45 полостей (протяженность их — более 500 м, глубина — более 100 м).

**Районирование карста.** Карстовую область Горного Крыма первым выделил А. А. Крубер [18]. Б. Н. Иванов отнес главную гряду Крымских гор к Горно-Крымской, а внутреннюю и внешнюю — к Предгорно-Крымской карстовой области, выделив в пределах первой 13, а второй — 3 карстовых района [13]. Равнинно-Крымскую карстовую область Б. Н. Иванов ограничил пределами Тарханкутской возвышенности. Позднее в ней было выделено 5 карстовых районов [20]. По представлениям авторов [6], Крым находится в пределах Крымско-Кавказской и Восточно-Европейской карстовых стран и относится к карстовым провинциям Крымского горно-складчатого сооружения и Скифской плиты. На его территории выделяются две карстовые области: Горно-Крымская с 4 и Равнинно-Крымская с 5 карстовыми районами (табл.), включающими в рангах подрайонов или участков по несколько районов, выделенных Б. Н. Ивановым.

#### **Типология карста и условия формирования карстовых полостей.**

В Крыму развит известняковый голый, задернованный, местами — покрытый, карст [1]. Карстующиеся породы охватывают 78% площади полуострова. В Горном Крыму есть площади, занятые карбонатным (48,6%, в том числе известняковым — 44,5%, мергельно-известняковым — 4,1%), терригенно-карбонатным (41%) и карбонатно-терригенным (10,4%) типами карста.

## Количество и морфометрические характеристики карстовых полостей Крыма

Карстовые область и район	Площадь, км <sup>2</sup>		Количество полостей, шт.*					Суммарные характеристики			
	общая	занятая карстующимися породами	КГ	НК	КЭ	КА	всего	прогряженность, м	глубина, м	площадь, тыс. м <sup>2</sup>	объем, тыс. м <sup>3</sup>
<b>Горно-Крымская</b>	6100	2300	133	396	427	1	857	70708	22963	177,9	1475,1
Юго-Западный	1300	560	25	179	139	—	343	21900	8975	34,3	298,6
Центральный	1200	450	3	217	217	—	437	46010	13301	136,7	1138,6
Северо-Восточный	2100	510	—	—	7	1	8	269	109	0,5	2,9
Предгорный	1500	780	5	—	64	—	69	2529	578	6,4	35,0
<b>Равнинно-Крымская</b>	19300	17500	—	—	1	12	13	522	24	4,7	32,2
Тарханкутский	5100	5100	—	—	—	12	12	512	22	4,6	32,2
Северо-Сивашский	4000	4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Альминский	2500	2500	—	—	1	—	1	10	2	0,1	0,2
Центрально-Крымский	5500	5500	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Керченский	2200	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего	25400	19800	33	396	428	13	870	71230	22987	182,6	1507,3

**Примечание.**\*Классы полостей: КГ — коррозионно-гравитационный, НК — нивально-коррозионный, КЭ — коррозионно-эрозионный, КА — коррозионно-абразионный.

В равнинном Крыму преобладают площади, занятые карбонатными (91,2%, в том числе известняковым 76,5%, мергельно-известняковым — 11,2%, доломитово-известняковым — 3,5%) и терригенно-карбонатным (8,8%) типами карста. По характеру перекрывающих отложений в Горном Крыму на долю карста открытого типа приходится 53,0% площади, покрытого — 32,8, перекрыто-покрытого 11,2, перекрытого — 3,0. В равнинном Крыму распространены в большей мере покрытый (57,6%), перекрыто-покрытый (20,6%) и открытый (20,5%) типы карста [2].

Карстовые полости заложены в основном в известняках, хотя встречаются они и в мергельно-известняковых и карбонато-терригенных (конгломераты) верхнеюрских, меловых, палеогеновых и неогеновых отложениях, которые слагают непрерывные разрезы с инженерной мощностью 20—1300 м либо чередуются с некарстующимися породами. В Горном Крыму выпадает 450—1200 мм осадков, 15—75 мм влаги образуется при конденсации. Потери влаги при испарении достигают 450—550 мм. В равнинном Крыму при норме осадков 350—450 мм и испарения 320—420 мм питание осуществляется только после снеготаяния и сильных дождей. Подземные воды Горного Крыма холодные (8—12°C), низкой минерализации (до 0,4 г/л), агрессивные; равнинного Крыма — более теплые (10—16°C, на больших глубинах — до 60—80°C), их минерализация вниз по разрезу возрастает от 0,5—1,5 до 5—50 г/л.

**Классификация карстовых полостей.** В 60-е гг. была предложена морфогенетическая классификация карстовых полостей, включающая 3 класса и 9 типов [3]. Позднее она была дополнена четвертым классом, а в 90-е гг. вошла как составная часть в генетическую классификацию подземных пространств [4].

Коррозионно-гравитационный класс составляют трещинные колодцы, шахты и пещеры, образованные в прибровочной части горных гряд и на смещенных массивах в результате действия сил бортового отпора (33 полости, 3,8%). Самые крупные из них — шахта Гремучая протяженностью 380 и глубиной 100 м, Арык-Башская (210 и 108 м), Сююрю-Кая (115 и 100 м), пещеры Дубовая (150 и 30 м) и Туакская (110 и 18 м). Они детально изучены как индикаторы палеосейсмической активности. Отдельные полости вскрывают более древние пещеры иного генезиса.

Нивально-коррозионный класс включает колодцы и шахты конусовидного, цилиндрического, щелевидного и сложного типов, формирование которых происходит под воздействием тающего снега. Известны только на Главной гряде, на участках развития карста открытого типа (396 полостей, 45,5%). Самые крупные — шахты Курюч-Агач (115 и 90 м), Инженерная (102 и 74 м), Водяная (125 и 85 м). Они являются накопителями снега и льда, хотя их роль в питании подземных вод невелика [7]. В 40 полостях имеются многолетние снежники общим объемом до 4000 м<sup>3</sup>, под которыми за счет очагового инфильтрационного питания формируются небольшие коррозионно-эрозионные полости.

Коррозионно-эрозионный класс образуют пещеры и шахты-поноры, вскрытые пещеры и пещеры-источники, возникшие в основном под воздействием сконцентрированных потоков поверхностных и подземных вод (очаговое инфильтрационное, линейное и очаговое инфлюационное питание с участков развития открытого, покрытого, перекрытого карста). Известно 428 таких полостей (49,3%), в том числе 42 крупных [5]. 19 полостей имеют протяженность 500 м и более: Красная (13 700), Алешина вода (3200), Мраморная (2125), Солдатская (2150), Голубиная (1700), Узунджа (2150), Эмине-Баир-Хосар (1460), Черная (1160), Провал (1150), Каскадная (980), Эмине-Баир-Коба (950), Джур-Джур (770), Скульская (630), Суворовская (600), Ени-Сала-III (585), Нахимовская (560), Аянская (560), Монастыр-Чокрак (510), Дружба (500), а 8 — глубину 200 и более м: Солдатская (515), Каскадная (400), Нахимовская (370), Дружба (270), Молодежная (260), Ход Конем (210), Вдовиченко (205), Севастопольская (200).

Полости этого класса часто образуют карстовые водоносные системы (КВС). Самые значительные из них Солдатская — Карасу-Баши (21—26 км), Бештекне — Узунджа — Черная (13 км), Провал — Красная (7,6 км), Каскадная — Хастабаш (4,6 км). Существование таких систем доказано опытами с окрашиванием [7], но не подтверждено спелеологическим прохождением. Большинство полостей заложено в чистых неслоистых или толстослоистых известняках (содержание нерастворимого остатка 1,5—4,0%), однако известны пещеры, образованные в карбонатах с прослоями песчаников (Узунджа, 1500 и 20; Джур-Джур, 770 и 22; Желтая, 200 и 14, содержание SiO<sub>2</sub> 73—76%) или целиком заложенные в кварцево-песчаниковых конгломератах (Джурла, 68 и 8, содержание SiO<sub>2</sub> 60—70%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 24—30%).

Коррозионно-эрозионные полости имеют наибольшие суммарные размеры: протяженность — 58 км (75%), глубину — 7,3 км (50%), площадь — 168,8 тыс. м<sup>2</sup> (94%), объем — 1,35 млн м<sup>3</sup> (92%). На долю Красной пещеры приходится 24% суммарной протяженности, 3,2% площади и 17% объема всех полостей этого класса. Описаны наиболее крупные залы этих полостей, 8 из которых по площади превышают 1 тыс. м<sup>2</sup>, а по объему—10 тыс. м<sup>3</sup>: Мраморная (5 и 50), Эгиз-Тинах-III (2,3 и 18,6), Карани (2 и 14), Кристальная им. Максимовича (1,9 и 22), Красная (1,9 и 14), Каскадная (1,7 и 34), Эгиз-Тинах-1 (1,3 и 13), Кара-Мурза (1,2 и 50). Коррозионно-эрозионные полости Крыма существенно уступают по размерам крупнейшим полостям бывшего СССР и мира. Новоафонская пещера (Абхазия) при протяженности всего в 1,9 км имеет объем 1,7 млн м<sup>3</sup>, что превышает суммарный объем всех 870 полостей Крыма (табл.); зал в системе Арабикская (Абхазия) характеризуется площадью 5,2 тыс. м<sup>2</sup> и объемом 0,42 млн м<sup>3</sup>; крупнейший зал мира Саравак (Борнео) имеет площадь 162,7 тыс. м<sup>2</sup> и объем 12 млн м<sup>3</sup> [22].

Коррозионно-абразивный класс выделен в результате исследований 80-х гг. Он включает пещеры южного берега Крыма (мыс Капчик) и Тарханкута (мыс Атлеш), находящиеся в настоящее время в субаэральных или субаквальных условиях, сформированные в основном в результате коррозии от смешивания пресных и морских вод и последующей абразивной переработки. Известно 13 таких полостей (1,4%), из которых наиболее крупные — Тарханкутская (150 и 5), Тоннель (116 и 4) и Капчик (78 и 8).

**Микроклимат карстовых полостей.** Срочные микроклиматические наблюдения (8900 замеров) проводились в 233 полостях. В 59 из них на 5—120 дней устанавливались барографы, термографы, гидрографы (4800 суточных лент). В ряде полостей ставились эксперименты с использованием нестандартного оборудования и оригинальных методик (Карани, Красная, Мраморная, Эмине-Баир-Хосар, Эмпирическая и пр. [3, 9]).

На протяжении суток в карстовых полостях барическая ступень меняется от 7,1 до 20,6 м/мм рт. ст., что ограничивает возможности применения баронивелирования для определения их глубины. На некоторых массивах (Чатырдаг) наблюдается инверсионная (опрокинутая) тяга воздуха, обусловленная сложными связями между полостями и трещинными системами, находящимися на разных высотах и геоморфологических уровнях. По интенсивности воздухообмена карстовые полости подразделяются на статические (менее 5 раз/сут) и динамические (более 5 раз/сут). В полостях разных типов тяга меняется от 0,1 до 1700 раз/сут, что определяет особенности протекания конденсационных процессов.

Исходя из микроклиматического режима в любой геологической выделяются уравнивающая и нейтральная зоны. В первой температура и влажность испытывают суточный и месячный ход, связанные с их изменениями на поверхности; во второй — только слабый годовой ход. В полостях разных типов диапазон изменений температуры достигает 7°C (от 4 до 11), а диапазон абсолютной влажности — 4 мм рт. ст. (от 5 до 9). Их значения определяются морфологией полости, экспозицией входа и степенью обводненности. Средняя температура и влажность воздуха в нейтральной зоне убывают с высотой (коэффициент корреляции 0,96—0,99). Наблюдения с помощью дистанционных электротермометров (Эмине-Баир-Хосар) показали, что пребывание человека (даже на срок установки приборов) на глубине сказывается длительное время — до 20 часов. Затем температура стабилизируется и фиксируются только ее аperiодические колебания ( $\pm 0,01^\circ$ ), синхронные колебаниям температуры на поверхности, имеющим значительно большую амплитуду ( $\pm 6^\circ\text{C}$ ). Закарстованность вызывает глубокое охлаждение карстовых массивов и формирование в их пределах специфических геотермических полей. В них происходит значительная летняя конденсация влаги за счет поступления ее из атмосферы (слой стока 30 мм, сезонный модуль стока 2,34 л/с·км<sup>2</sup>). Зимняя конденсация влаги в эпикарстовой зоне и на снегу определяет возникновение «малого» круговорота (вверх — в парообразном, вниз — в капельно-жидком виде), препятствующего ее выносу из карстового массива и активизирующего конденсационную коррозию.

Суди по газовому составу воздуха (77 проб из 37 полостей, 150 замеров шахтным интерферометром) фоновое содержание CO<sub>2</sub> в большинстве пещер на порядок (0,4—0,5%), а в отдельных полостях — на два порядка (3,0—4,7%), превышает атмосферное. Это определяет условия спелеолитогенеза организации подземных лагерьей, использования пещер в медицинских целях. Радиометрические исследования с использованием стандартной и специальной аппаратуры показали, что бета- и гамма-излучение в пещерах Крыма экологической опасности не представляет. В 1991 г. А. Б. Климчуком обнаружено повышенное содержание радона в пещере Мраморная (в среднем 8195, максимум — 20000 бк/м<sup>3</sup>).

Это свидетельствует о необходимости радиационного контроля за всеми спелеомероприятиями. Изучение естественного  $\alpha$ -излучения может дать новые важные данные для решения ряда проблем спелеометеорологии и гидрогеологии карста.

**Отложения карстовых полостей.** Исследования 60-х-70-х гг. позволили обнаружить в пещерах Крыма все основные типы отложений, выделенные Г. А. Максимовичем [19]. Остаточные отложения использованы для получения информации о процессах растворения, происходящих в эпикарстовой зоне; обвалы — о палеотемпературах привходовых частей пещер и палеосейсмических процессах; водные механические — о протекании эрозионных процессов под землей и изменении гидродинамического режима подземных потоков; водные хемогенные — об особенностях спелеолитогенеза, его ритмичности, часто связанной с проявлениями солнечной активности, палеотемпературных и палеогидродинамических условиях пещер; гляциальные — о специфических микроклиматических условиях; органогенные — о деятельности под землей живых организмов, палеозоологических условиях на разных этапах развития полостей; антропогенные — о палеогеографических условиях карстовых массивов [3].

В 80-е гг. неожиданные результаты дало применение методик термобарогеохимии. На основании изучения более 600 образцов кальцита из жил, выходящих на поверхность или вскрытых карстовыми полостями (Гвоздецкого, Ени-Сала-III, Карани, Мраморная, Форосская, Ход Конем, Эмине-Баир-Хосар и пр.), доказало, что в Горном Крыму существовала низкотемпературная гидротермальная система (80—32°C). Выявлена парагенетическая связь между кальцитовой минерализацией, сферическими карстовыми полостями и глубокими (100—200 м) карстовыми шахтами [12].

Сделана первая абсолютная датировка натечков Крыма. По данным Д. Форда (Мак-Мастерский университет, Канада), натечи Чатырдага имеют возраст от 60 до 10 тыс. лет. Необходимо шире использовать этот и другие методы абсолютного датирования отложений пещер.

**Возраст карстовых полостей.** Прямых методов определения возраста пещер не существует. Анализ палеогеографической обстановки, использование приемов геоморфологической корреляции (сопоставление синхронных и гетерохронных форм), учет палеозоологических и археологических данных и результатов немногочисленных абсолютных датировок отложений позволили наметить вероятные рубежи образования полостей разных классов.

Полости коррозионно-эрозионного класса возникали во все значительные регрессивные периоды (оксфорд-кимериджский, титон-валанжинский, коньякский, палеоцен-эоценовый, олигоценовый, миоценовый). Наиболее древние из них уничтожены денудацией, заполнены кальцитом, гипсом или карбонатно-глинистым материалом с микрофауной раннемелового возраста [3, 8]. В позднем мелу — палеогене происходило образование гидротермальных полостей. Большинство шахт и пещер возникло в среднем миоцене — позднем плейстоцене. Полости нивально-коррозионного класса сформировались в четвертичное время. Особенно активно они развивались во время похолоданий, когда на главной гряде возникали обширные фирновые поля и небольшие ледники. В это же время появились коррозионно-абразионные полости. Часть их связана с трансгрессиями Черного моря и сейчас находится на 8—12 м выше его уровня, другая часть — с регрессиями и в настоящее время затоплена морем. Наиболее молоды коррозионно-гравитационные полости (поздний плейстоцен — голоцен). При наложении полостей друг на друга возникают полигенетические системы, состоящие из элементов разного происхождения и возраста (Ход Конем, Форосская, Бездонная, Кастере и др.).

**Использование карстовых полостей.** Пещеры и шахты Крыма широко используются человеком: в палеолите и неолите — в основном в культовой и социальных сферах (святилища, жилища), в античное время и средние века — в культовой, социальной, военной сферах (храмы, жилища, загоны для скота, места погребения, убежища). В XIX и особенно XX в пещеры служат храмами, жилищами, скотомогильниками убежищами, хранилищами для различных твердых и жидких веществ и материалов, помещениями для подземных типографий; на базе водотоков пещер организуют водоснабжение, в них добывают снег, лед, гуано летучих мышей, селитру мраморный оникс. Ряд полостей выступают как туристско-экскурсионные объекты (пока оборудованы только ближняя часть Мраморной и Красной пещер), некоторые пещеры используют в научных (установка наклономеров, сейсмографов деформографов, проведение различных специальных наблюдений, получение исходной информации для инженерно-геологических расчетов и пр.) и медицинских (спелеотерапия изучение воздействия на человека замкнутого пространства, изолированности от внешней среды, постоянной низкой температуры и высокой влажности) целях. Многие виды современного использования пещер входят в противоречия с требованиями экологии и охраны подземных ландшафтов.

Изложенное свидетельствует об огромном научном и практическом значении пещер Крыма. Они остаются неиссякаемым источником новой информации не только в карстологии, но и в других областях научного знания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практики. М., 1972.
2. Дублянская Г. Н., Дублянский В. Н., Андрейчук В. Н. и др. Распространение карстующихся пород и типов карста на территории бывшего СССР // Тр. Междунар. симпозиума «Инженерная геология карста». Пермь, 1993.
3. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. Л., 1977.
4. Дублянский В. Н., Андрейчук В. Н. Спелеология (терминология, связи с другими науками, классификация полостей) Кунгур, 1989.
5. Дублянский В. К, Вахрушев Б. А., Климчук А. Б. Крупные карстовые полости СССР. Крымская спелеологическая провинция. Деп. и ВИНТИ, № 1111—В 87.
6. Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Карст юго-запада Европейской части СССР. Деп. в УкрНИИНТИ 19.09.91, № Ук 92-33/161.
7. Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. М., 1984.
8. Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины. Киев, 1980.
9. Дублянский В. Н., Соцкова Л. М., Фербей Г. Г. Микроклимат карстовых полостей Горного Крыма. Деп. в УкрНИИНТИ 5.11.1989, № 2495-Ук 89.
10. Дублянский В. Н., Шипунова В. А., Дублянская Г. Н. К проблеме формирования коррозионно-эрозионных полостей // Пещеры. Пермь, 1986.
11. Дублянский В. Н., Шипунова В. А., Вахрушев Б. А. Проблемы корреляции в геоморфологии карста // Проблема геоморфологической корреляции. М., 1989.
12. Дублянский Ю. В. Закономерности формирования и моделирование гидротермокарста. Новосибирск, 1990.
13. Иванов Б. Н. Карстовые районы Горного Крыма и их гидрогеологическое значение // Тр. Первого Укр. гидрогеол. совещания. Киев, 1961. Т. 1.
14. Иванов Б. Н. Карбонатный карст Украины и Молдавии // Карст в карбонатных породах. М., 1972. С. 131 — 140.
15. Климчук А. Б. Условия и особенности карстообразования в приповерхностной зоне карбонатных массивов // Пещеры Грузии. 1987. № 11.
16. Климчук А. Б., Шестопалов В. М. Крупные лабиринтовые пещеры и гипсах Западной Украины // Геол. жур. 1990. № 5.
17. Комплексные изыскания при строительстве гидротоннеля в карстовой области Горного Крыма. Симферополь, 1971. 216 с.
18. Крубер А. А. Карстовая область Горного Крыма. М., 1915.
19. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963.
20. Подземные воды карстовых платформенных областей юга Украины. Киев, 1981.

21. Curl R. L. O statistical theory of cave entrance evolution // Bull. Nat. Spel. Soc. 1958. N 2.
22. Ford D., Williams P. Karst geomorphology and hydrology. London, 1989.

**Б. А. Вахрушев, В. Н. Дублянский, Г. Н. Амеличев**  
Симферопольский университет

### **КАРСТОВЫЕ ПЕЩЕРЫ ВЫСОКОГОРИЙ БЗЫБСКОГО ХРЕБТА (ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)**

Бзыбский массив — один из наиболее изученных высокогорных карстовых массивов. Его исследование, начатое в 60-е гг. Институтом географии АН Грузии, было продолжено спелеологами. После открытия в 1971 г. шахты Снежная в пещерах Бзыбского массива работало более 80 спелеологических экспедиций. Их результатом явилось открытие около 50 крупных (протяженность более 500 и глубина более 100 м) шахт и пещер, а общее количество карстовых полостей массива превысило 400. Спелеологическое исследование Бзыбского массива, проведенное московскими (31 экспедиция), томскими (14), красноярскими (10), крымскими (4), украинскими (3), минскими (2), пермскими (2), ленинградскими (2) экспедициями, явно опережало его геолого-гидрологическое и карстологическое изучение. Поэтому в 1980 г. к исследованию Бзыбского массива приступила лаборатория карста и спелеологии Симферопольского университета (руководители В. Н. Дублянский, Б. А. Вахрушев), итоги которого приведены в монографии «Карст Бзыбского массива» [3].

Бзыбский массив является одним из фрагментов известняково-карстовой полосы, протянувшейся вдоль южного макросклона Западного Кавказа (рис. 1). В схеме спелеологического районирования карстовой провинции Западной Грузии он в ранге Гагро-Бзыбского района входит в провинцию средне- и высокогорных карстовых массивов [7]. На западе массив граничит с Гагринским (Арабика), на севере — с Ачибахским, на востоке — с Гумишхинским карстовыми массивами. Центральная часть массива платообразна со средней высотой 1900—2000 м. Его площадь составляет 550 км<sup>2</sup>.

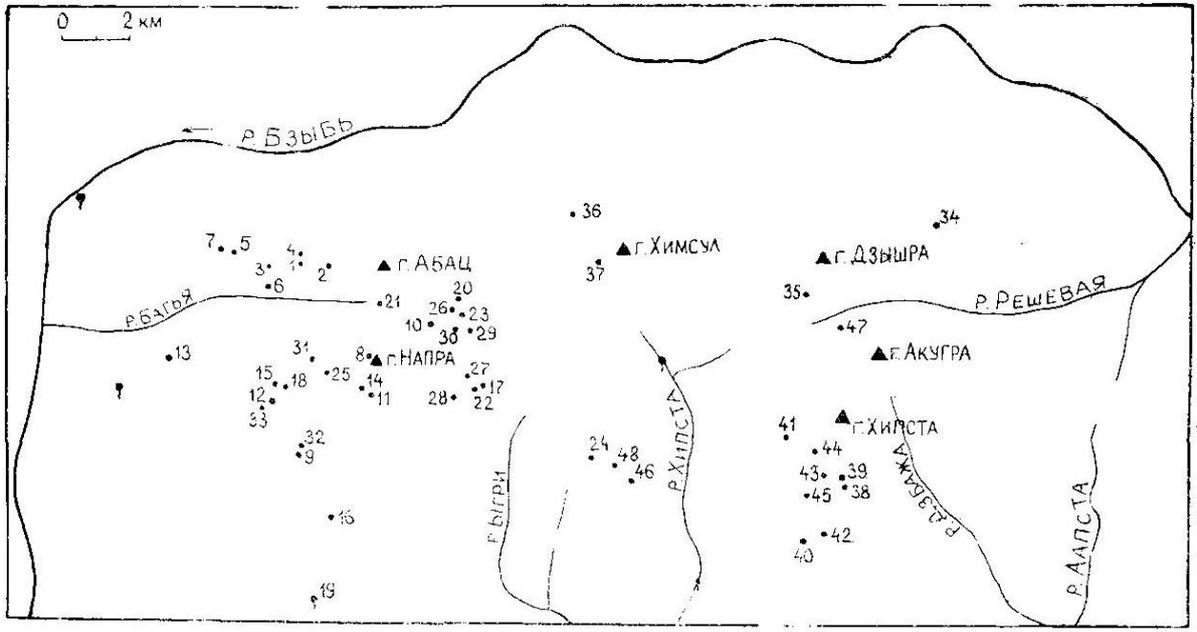


Рис. 1. Орогидрографическая схема Бзыбского массива: а — основные вершины, б — крупные карстовые полости (нумерация по таблице)

Массив представляет собой блоковую горст-антиклиналь, сложенную верхнеюрскими и меловыми известняками, залегающими на средне- и нижнеюрском цоколе некарстующихся пород. Верхнеюрские известняки занимают 33% площади массива (180,6 км<sup>2</sup>). Их суммарная мощность колеблется от 900 до 1200 м. К ним приурочено 25% полостей района. Среди нижнемеловых пород выделяется мощная толща (300—500 м) хорошо карстующихся известняков барремского яруса, слагающая вершинную поверхность массива, его северный и южный склоны. С ними связано большинство карстовых полостей района (60%). В целом на долю нижнемеловых известняков приходится 287,3 км<sup>2</sup> (52%) площади массива. При этом 222,0 км<sup>2</sup> (40%) занимают барремские известняки. Верхнемеловые известняки развиты только в нижней части южного склона Бзыбского массива, на них приходится лишь 28,0 км<sup>2</sup> (5%) его общей площади.

Мощные толщи высоко поднятых сложно дислоцированных, хорошо карстующихся известняков, блоковая тектоника, палеогеографические условия, климат, плейстоценовое горно-долинное и каровое оледенение, высотная поясность современных рельефообразующих процессов сыграли главную роль в формировании региональных особенностей высокогорного карста Бзыбского массива.

В Генеральном кадастре карстовых полостей Бзыбского массива, ведущегося лабораторией Симферопольского университета, по состоянию на 1 января 1991 г. числится 401 полость. Суммарная протяженность их составляет 77,5 км, глубина— 23,6 км, площадь — 86,1 тыс. м<sup>2</sup>, объем — 2477,3 тыс. м<sup>3</sup>. При этом 25% суммарной протяженности, 5% глубины, 44% площади и 70% объема приходится на систему Снежная-Меженного. Средняя плотность карстовых полостей на массиве достигает 0,7 шт/км<sup>2</sup>, густота — 140,9 м/км<sup>2</sup>.

На долю коррозионно-гравитационных полостей приходится 1% (4 шт.) всех пещер, нивально-коррозионных — 41% (162), коррозионно-эрозионных — 58% (235). Более 70% последних составляют шахты-поноры.

Максимум полостей сосредоточен на абсолютных высотах 2200—2400 м. Здесь находится 60% коррозионно-гравитационных и нивально-коррозионных, 39% коррозионно-эрозионных полостей всех типов (кроме пещер-источников). Среди коррозионно-гравитационных и нивально-коррозионных полостей по протяженности и глубине преобладают колодцы глубиной до 20 м. Для коррозионно-эрозионных преобладающей является протяженность 20—40 м (30%), а глубина — до 20 м (33%). Доминируют полости площадью до 200 м<sup>2</sup> (75—80%) и объемом 200 м<sup>3</sup> (35—60%). Вместе с тем много коррозионно-эрозионных полостей с объемом более 2000 м<sup>3</sup> (20%).

## Морфометрическая характеристика крупных полостей Бзыбского массива

№ п. п.	Название полости	Протяженность, м	Глубина (Н), м	Площадь (S), м <sup>2</sup>	Объем (V), м <sup>3</sup>	Высота входа н. у. м., м	Тип полости
Западная часть массива							
1	В. Пантюхина	5530	1508	14300	28000	1825	шп
2	Богуминская	800	450	2500	20400	2025	шп
3	Багьянская	370	210	600	5400	1750	шп
4	Тавберидзе	200	160	20	4000	1800	шп
5	Юнона	580	155	1500	6000	1550	шп
6	Надежда	130	115	25	3000	1710	шп
7	Стахановская	118	108	50	4800	1560	шп
Южная часть массива							
8	Напра	3170	970	8200	41000	2350	шп
9	Пионерская	1700	815	4900	65000	1500	шп
10	Графский пр.	1750	770	4400	44000	2310	шп
11	Форельная	1500	740	3000	42000	1900	шп
12	Весенняя	2000	550	950	10000	1660	шп
13	Ноктюрн	1460	462	1870	7000	1960	шп
14	Студенческая	785	350	2000	18625	2000	шп
15	Изабелла	510	245	1100	10000	1700	шп
16	Белорусская	300	210	300	45000	800	шп
17	Шацхоцринская	585	181	950	7700	2200	вп
18	Капризная	200	175	25	4500	1700	шп
19	Мчишта	4200	153	46000	380000	70	пи
20	Радужная	350	160	265	2200	2100	шп
21	ТК-80/160	205	160	120	6000	2100	шп
22	Чипширская	480	150	210	8300	2100	шп
23	Оркус	185	150	80	6000	2175	шп
24	Пилугская	360	140	400	2600	1700	шп
25	Черногорская	265	140	400	4000	1950	шп
26	Чапарская	250	125	20	2100	2100	шп
27	Жога	350	120	560	10730	2100	шп

Продолжение таблицы

№ п. п.	Название полости	Протяженность, м	Глубина (Н), м	Площадь (S), м <sup>2</sup>	Объем (V), м <sup>3</sup>	Высота входа н. у. м., м	Тип полости
28	Сибирская	230	120	150	1900	2200	шп
29	Чипширинская	180	117	140	1600	2250	шп
30	Донецкая	170	110	550	4900	2000	шп
31	Енисейская	260	102	620	1360	2000	шп
32	82-102	110	102	25	7340	1600	шп
33	НКСС 83/1	152	100	285	305	1580	шп
Центральная часть массива							
34	Алексинского	800	465	—	—	—	шп
35	Вернисаж	275	172	300	4270	2400	шп
36	КРЭ 16-82	300	160	600	9000	2200	шп
37	Химсультская	150	120	170	630	2200	шп
38	Снежная-Меженного	19000	1370	100000	1,6 млн	2000	шп
39	Сувенир	950	430	1800	15000	1700	шп
40	Каньон-Самохват	350	320	500	—	1100	шп
41	Вулкан	—	300	—	—	2350	шп
42	Ветерок	330	270	410	830	1200	шп
43	Не в коня корм	200	155	9	10000	1900	шп
44	Ижевская	125	112	30	2700	2400	шп
45	Глухая	160	112	70	390	1750	шп
46	Чача	320	300	—	—	1200	кг
47	Камнепадная	205	145	12	5500	2200	шп
48	НСЭ 81-110	160	110	120	9000	1800	шп

Примечание. шп — шахта-попкор; кг — коррозионно-гравитационная; пи — пещера-источник; вп — вскрытая пещера.

Из пещер Бзыбского массива наибольший научный и спортивный интерес представляют крупные (протяженность более 500 и глубина более 100 м) коррозионно-эрозионные полости. На 1 января 1991 г. здесь известно 55 таких полостей. Описание 39 из них приведено в «Кадастре...» [3]. Поэтому в статье содержатся сведения о наиболее крупных системах, а об остальных полостях — только справочные данные (табл.).

Все крупные полости приурочены к западной, южной и центральной частям массива.

Западная часть Бзыбского массива имеет площадь 42 км<sup>2</sup> и охватывает его вершинную поверхность и склоны от вершины Абац до р. Бзыбь (рис. 1). В ее пределах обнаружено 7 крупных полостей (табл.). Наиболее крупной является шахта-понор В. Пантюхина (рис. 2). Вход в нее располагается на дне коррозионно-эрозионной древней долины, протянувшейся на 1300 м параллельно северному борту массива.

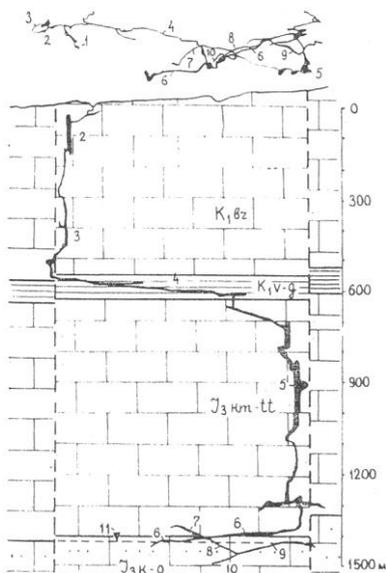


Рис. 2. План и разрез шахты-понора В. Пантюхина (по материалам Керченской комиссии спелеотуризма, переработано авторами): 1 — вход, 2 — 107-метровая шахта, 3 — первый каскад колодцев, 4 — «уровень-600», 5 — Большой колодец, 6 — галерея Григоряна, 7 — ход Скорпион, 8 — Крымский ход, 9 — Сталактитовый ход, 10 — Песчаный каньон, 11 — уровень затопления и паводок (на разрезе)

Исследования, проводимые Симферопольским университетом, показали, что шахта-понор В. Пантюхина заложена в блоке известняков, ограниченных двумя субмеридиональными нарушениями. В приразломных частях блока находятся вертикальные участки полости, а в центральной — наклонные, подвергающиеся четкому литологическому контролю со стороны среднекарстующихся известняков валанжинготерива и оксфорда.

В гидрогеологическом отношении полость представляется Уникальной среди крупнейших карстовых пещер не только Бзыби, но и мира. На полную глубину она лишена крупных подземных водотоков. Однако в зоне колебания уровня карстовых вод наблюдается значительное обводнение нижней части шахты-понора тальми снеговыми и ливневыми водами, поступающими с отдаленных водосборов. Симферопольскими спелеологами отмечен подъем уровня карстовых вод в полости на +125 м от конечного сифона.

Опыт с окрашиванием воды в шахте-поноре Богуминская (вход находится в 400 м к юго-востоку от самой дальней восточной точки шахты В. Пантюхина) показал, что вода проходит через систему В. Пантюхина (появляется на глубине 600 м) и оказывается на поверхности в Бзыбском воклузе, расположенном напротив Голубого озера. При высоте входа в Богуминскую 2025 м это даст глубину дренажа 1925 м. Остальные шесть крупных полостей района представляют собой довольно простые по морфологии шахты-поноры.

Южная часть массива (163 км<sup>2</sup>) охватывает вершинную поверхность между горами Абац и Напра и южный склон. Здесь известно 26 крупных полостей. Это в основном шахты-поноры, имеющие самую разную морфологию, по которой можно выделить четыре их типа: ствольные (12%), ствольные с расширением или боковыми ходами (28%), каскадные (44%) и наклонные (16%).

Центральный участок массива (157 км<sup>2</sup>) охватывает значительную часть бассейна р. Хипста, а также бассейны рек Решевая и Апста. На участке обнаружено 16 крупных полостей. Найдено 6 полостей глубиной от 100 до 400 м, которые пока не описаны. Нет полных данных и о ряде других полостей (табл.).

В описываемом районе наиболее интересным объектом является система Снежная—Меженного (рис. 3). В настоящее время известно два входа в систему. Шахта-понор Снежная находится в нижней части слепой долины на южном склоне хр. Раздельный. Входная воронка диаметром 30 и 50 м с крутыми бортами переходит в зал, заполненный снегом. Со дна зала начинается каскад колодцев, забитых снегом и фирновым льдом, выходящих на глубине 200 м в Большой зал. Его площадь 5500 м<sup>2</sup> [6]. Он также покрыт снегом и льдом. В систему Снежной можно попасть через шахту-понор Меженного.

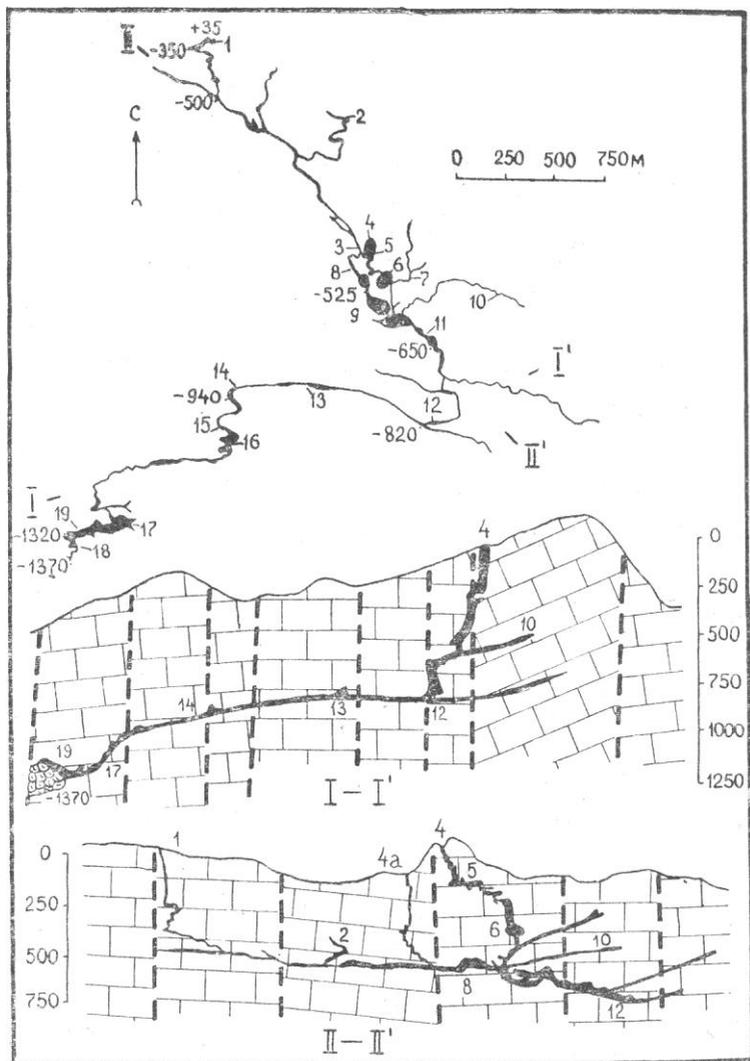


Рис. 3. План и проекции на плоскости I—I' и II-II' системы Снежная—Меженного: 1 — вход в шахту-понор Меженного, 2 — ручей Невский, 3 — соединение, 4 — вход в шахту-понор Снежную, 4а — вход к шахту-понор Сувенир, 5 — Большой зал, 6 — Университетский зал, 7 — ручей Водопадный, 8 — Верхняя река, 9 — зал Надежды, 10 — ручей Новый; залы: 11 — Победы, 12 — Дольмен, 13 — VII завала, 14 — Гремящий, 15 — Усикова, 16 — Глиняный, 17 — ИГАН, 18 — Икс, 19 — Пенелопы

Она расположена в тальвеге временного водотока на склоне хр. Раздельный в 1,25 км к северо-востоку от основного входа.

О большой роли тектонических нарушений в формировании системы свидетельствуют все первооткрыватели [5, 6]. Подтверждается это и нашими геолого-геоморфологическими исследованиями [3]. Южный макросклон хр. Раздельного развит серией нарушений с простираем 130—310 и 0—90°.

Входные части системы заложены близ нарушений в зонах дробления пород. Субгоризонтальный участок от шахты Меженного до зала Победа «контролируется» разрывом общекавказского простираем (130—310°). Ниже полость приурочена к нарушениям как меридионального, так и широтного направления, а между крупными нарушениями — к трещиноватости скальвания. Очень интересна связь многих галерей со стадиальными моренами и моренно-подпрудными озерами древней ледниковой долины, к которой в целом и тяготеет система Снежная—Меженного [4].

Опыты с окрашиванием доказали связь карстовой водоносной системы Снежная—Меженного с пещерой-источником Мчишта — крупнейшим очагом разгрузки подземных вод южного склона Бзыбского хребта.

Бзыбский массив «пережил» эрозионный, гляциальный и нивально-карстовый этапы развития и ныне является одним из перспективных в спелеологическом отношении регионов. Остается надеяться, что «Мекка» высокогорной спелеологии — Бзыбский массив — снова станет открытым для широкой спелеологической общественности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вахрушев Б. А., Базерашвили Р. З., Дублянский В. Н. и др. Особенности развития карстового рельефа альпийской зоны Бзыбского хребта // Пещеры Грузии. 1987. № 11. С. 65—74.
2. Дублянский В. Н., Климчук А. Б., Киселев В. Э., и др. Крупные карстовые полости СССР. Т. 2. 260 с. Деп. в НИИНТИ 18.02.87, № 1112-587.
3. Дублянский В. Н., Амеличев Г. Н., Вахрушев Б. А. и др. Карст Бзыбского хребта (Западная Абхазия). 267 с. Деп. в Укр. НИИНТИ 24.07.91, № 1074 — Ук. 91.
4. Дублянский В. Н., Шипунова В. А., Вахрушев Б. А. Проблема корреляции в геоморфологии карста // Проблемы геоморфологической корреляции. М.: Наука, 1989. С. 117—134.
5. Людковский Г. В., Мавлюдов Б. Р., Морозов и А. И. и др. Об исследовании Снежной — глубочайшей карстовой пещеры СССР // Докл. АН СССР. 1981. Т. 259, № 2, С. 437—442.

6. Мавлюдов Б. Р., Морозов А. И. Пропасть Снежная // Пещеры. Пермь, 1984. С. 15—25.
7. Тинтилозов Э. К., Кипиани И. Я. О теоретических предпосылках районирования карста горных стран // Картографирование и районирование карста в связи с освоением территории. Владивосток, 1986. С. 12—13.

## **КУНГУРСКАЯ ЛЕДЯНАЯ ПЕЩЕРА**

**К. А. Горбунова, Е. П. Дорофеев, Н. Г. Максимович**

Пермский университет, Кунгурский стационар ГИ УрО РАН,  
Естественнонаучный институт Пермского университета

### **КУНГУРСКАЯ ПЕЩЕРА КАК ОБЪЕКТ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

На протяжении трех столетий Кунгурская пещера привлекает внимание выдающихся людей. В начале XVIII в. пещеру посещают организаторы горного дела на Урале В. Н. Татищев и В. И. Геннин, профессора Петербургской академии наук И. Г. Гмелин и Г. Ф. Миллер. В 1772 г. академик И. Лепехин исследовал и описал известную в то время часть пещеры. В ней побывали и другие участники академических экспедиций [36]. Результаты наблюдений использовались учеными для обоснования теории водного происхождения пещер. Отмечалась при этом роль обвалов в формировании гротов и связь подземных ходов с рекой.

Представляет интерес с точки зрения восстановления эволюции оледенения описание пещеры М. Я. Киттары, опубликованное в 1848 г. Им же был составлен план пещеры [36]. Начиная с конца XIX в. в пещере ведутся специальные исследования.

Археологические и биологические наблюдения. В 1879 г. археолог И. С. Поляков [49] произвел раскопки в гроте Крестовый и пришел к выводу, что «пещера не служила убежищем древнему человеку, хотя сказать это Вполне положительно нельзя». Он первый подметил наличие порошкового гипса в холодных гротах и объяснил его происхождение. В 1912 г. П. Каптерев изучал гидробиологию Кунгурской и ряда других пещер. В 1947 г. А. П. Володин и В. А. Пшеничнов [11, 12] провели бактериологическое обследование пещеры и показали, что она крайне бедна микрофлорой. По количеству бактерий воздух некоторых гротов приближается к очень чистому воздуху лесов и верхних слоев атмосферы. Е. С. Лисина-Кулик и Л. Д. Барсукова исследовали микрофлору пещеры [31].

Изучение оледенения и микроклимата пещеры. Первые сведения об оледенении и формах подземного льда приведены в работах И. И. Лепехина и М. Киттары [36]. В 1882 г. пещеру посетил кристаллограф Е. С. Федоров [56]. Он отметил сильное оледенение гротов, рассмотрел причины их охлаждения, выделил разновидности «пещерного льда» и дал их кристаллографическую характеристику. С. С. Федоров обратил внимание на связь пещеры с р. Сылвой, роль крупных трещин в формировании гротов, объяснил происхождение порошковатого гипса.

Н. И. Каракаш [35], руководивший изысканиями трассы железнодорожной линии Пермь—Екатеринбург в 1904—1906 гг., описал ледяные образования в Бриллиантовом и Полярном гротах и установил, что кристаллы представляют собой тонкие прозрачные ледяные пластинки гексагональной формы величиною 1—7 см. Он рассмотрел также теории охлаждения пещеры, связь ее с поверхностными формами, роль гидратации ангидрита и выщелачивания гипса в рельефообразовании.

Летом 1925 г. пещеру посетил академик А. Е. Ферсман [57]. В статье «Геохимия пещер» [58] он приводит данные о ледяных образованиях пещеры. Эта работа была написана для подготовленного в 1941 г. Обществом охраны природы сборника «Пещеры и методы их изучения», который не вышел в свет в условиях военного времени. В том же сборнике предполагалась публикация статьи о пещерных льдах [40], краткой инструкции по изучению пещерного льда и ледяных пещер [41], составленной в основном по материалам наблюдений в Кунгурской пещере с привлечением литературных данных.

В 1928—1930 гг. экспедиция Государственного гидрологического института при участии Главной геофизической обсерватории и Кунгурской метеорологической станции проводила наблюдения за температурным режимом, циркуляцией воздуха и его влажностью в различных частях пещеры [3—7]. Были установлены новые разновидности кристаллов льда. Руководивший экспедицией В. Я. Альтберг утверждал, что пещера выработана руслом подземной реки, через которую воды Шаквы сообщались с водами р. Сылвы.

Н. И. Бирилова [10] приводит данные об изменении оледенения передних гротов пещеры начиная с 1914 г. Для 1919—1928 гг. указывается день весеннего и осеннего равновесия, когда движение воздуха в передней части пещеры не ощущается.

Научно-исследовательский институт земной коры Ленинградского университета организовал летом 1936 г. экспедицию под руководством М. П. Головкова [13—15] для изучения пещерных ледяных образований. В результате исследований описаны кристаллы льда, образующиеся путем возгона; выявлена зависимость их роста от скорости воздушного тока и влажности; определены основные оптические свойства указанных кристаллов, петрографическая структура льда однолетних и многолетних сталактитов; установлено периодическое изменение количества и форм находящегося в пещере льда, а также степени оледенения ее отдельных частей.

Новый этап в изучении микроклимата и оледенения Кунгурской пещеры начинается в 1948 г., когда был организован Уральский филиал карстово-спелеологической станции Московского государственного университета. Стационарные наблюдения на метеорологических и гидрометрических постах за движением воздуха, распределением температуры и влажности позволили В. С. Лукину [37—39] составить представление о балансе холода в карстовом массиве, наметить меры по восстановлению температурного режима передних гротов. Результаты исследований были обобщены в работах [22, 24—26, 28—30], посвященных многолетней мерзлоте и ее эволюции, разновидностям льда и ледяным кристаллам, влиянию на температурный режим экскурсий, а также мероприятиям по сохранению ледяных образований.

Гидрохимические, геохимические и литолого-минералогические исследования. Впервые химический состав пещерного льда был изучен Г. А. Максимовичем и Г. Г. Кобяком. Они установили, что лед сталактитов и сталагмитов имеет сульфатный состав и наиболее минерализован по сравнению с другими разновидностями льда [43]. Подземные озера были отнесены к сульфатно-кальциевой гидрофации с минерализацией более 2 г/л, что закономерно для пещеры в гипсах и ангидритах [44].

Начиная с 1975 г. сотрудники Кунгурского стационара осуществляют режимные гидрохимические наблюдения, результаты которых оформляются в виде отчетов [31]. Неоднократно производилось опробование всех водопроявлений и льда. Гидрохимические материалы за 1975—1983 гг. обобщены В. Н. Дублянским и др. [32, 33].

Кафедра динамической геологии и гидрогеологии Пермского университета в 1965—1968 гг. изучает состав акцессорных элементов сульфатных и карбонатных пород, кристаллов гипса и кальцита, глин, льда сталагмитов, воды озер. Установлены закономерности миграции стронция, титана и марганца в условиях сульфатного карста Кунгурской пещеры [16—18].

Исследование пещерной глины показало, что она относится к гидрослюдисто-карбонатной с примесью гипса [54].

Специальные работы посвящены вторичным кристаллам гипса, кальцитовым пленкам на поверхности озер, карстовым брекчиям, антропогенным отложениям [8, 9, 21, 27, 31].

Геофизические исследования. В 1952 г. карстово-спелеологическая станция Московского университета была передана Уральскому филиалу (впоследствии центр, отделение) АН СССР и преобразована в научно-исследовательский стационар. Начались совместные исследования стационара и Института геофизики Уральского филиала АН СССР. В 1966 г. под руководством В. И. Солухи в пещере была оборудована наклономерная станция, которая в течение 10 лет фиксировала движения земной коры, вызванные землетрясениями, лунно-солнечными приливами, тектоническими и экзогенными процессами. Проведена гравиметрическая съемка [53]. С помощью высокочувствительного термографа изучались суточные, эпизодические и сезонные колебания температуры воздуха [51—53]. Результаты исследования карстовых полостей геофизическими методами на примере Кунгурской пещеры опубликованы в ряде статей [1, 2, 49, 58]. Опытные геофизические работы проводят кафедры геофизики Московского и Пермского университетов [46—48, 60].

Режимные наблюдения и организация натуральных экспериментов. В 1934—1935 гг. карстовая группа ленинградского Гидростройпроекта, выполнявшая съемку пещеры, оборудовала в ней метеорологические и гидрометрические посты. В 1949 г. Уральский филиал карстово-спелеологической станции Московского университета организовал стационарные наблюдения на 30 постах. В настоящее время сотрудники Кунгурского стационара ведут ежемесячные наблюдения за температурой воздуха в 10 гротах, температурой горных пород в 5 гротах, температурой подземных вод в 2 скважинах, колодце и 2 карстовых озерах, уровнями воды в р. Сылве и 13 карстовых озерах, химическим составом воды в р. Сылве, 2 озерах и 2 скважинах, кальцитовыми пленками и движением воды в 11 озерах. Кроме того, в паводковый период фиксируются температура карстовых вод в 2 скважинах, колодце и 2 озерах, а также ежедневно — уровни р. Сылвы и двух озер.

По результатам многолетних режимных наблюдений выявлены основные закономерности температурного режима пещерного массива, что позволило осуществить систему мероприятий по сохранению и восстановлению ледяных образований в пещере [25, 30], условий формирования карстовых вод [34, 55].

С 1983 г. кафедрой динамической геологии и гидрогеологии Пермского университета совместно с Кунгурским стационаром в пещере проводится эксперимент по изучению процесса растворения гипса и ангидрита в водах, близких к насыщению их сульфатом кальция [19]. В течение ряда лет Е. П. Дорофеев изучает растворение пород на вертикальных, наклонных и горизонтальных поверхностях с помощью специальных реперов, вмонтированных как в степы гротов, так и в блоки гипса и ангидрита. Установлено, что растворение породы на наклонных и вертикальных поверхностях происходит интенсивнее по сравнению с горизонтальными поверхностями в 3—10 раз.

Необходимо отметить такие направления исследования пещеры, как изучение морфологии гротов и надпещерного поля [20, 23], аэрозолей подземной атмосферы, влияния антропогенного фактора и загрязнения гротов в связи с оборудованием их и функционированием в качестве экскурсионных объектов, охрана данного природного объекта.

Кунгурская пещера только в XX в. была объектом интереса более чем 10 научных и производственных организаций. Режимные наблюдения и научные исследования в настоящее время осуществляет Кунгурская лаборатория-стационар совместно с другими организациями. Их результаты публикуются или оформляются в виде отчетов. Изданная библиография о Кунгурской пещере включает 350 научных и научно-популярных работ, 101 статью и заметку в газетах, 41 отчет [31]. Многочисленные публикации не восполняют пробела в пауке, связанного с отсутствием монографии о данной пещерной системе.

С конца 1992 г. исследования Кунгурской пещеры финансируются по научной программе «Университеты России» Государственного комитета Российской Федерации по высшему образованию. Они вошли во второе направление программы — «Университеты как, центры фундаментальных исследований (раздел геология)», целью которого является теоретическая разработка на современном уровне моделей процессов, происходящих внутри и на поверхности Земли, а также методики их моделирования. Осуществление программы позволит обобщить результаты ранее проведенных исследований, продолжить ряд многолетних режимных наблюдений, использовать комплекс методов с привлечением специалистов различных областей естествознания и в конечном счете создать модель пещерного массива.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аведьян О. В. Электроразведка карста в окрестностях г. Кунгура. М.: Изд-во МГУ, 1957.
2. Алешин А. С., Баулин Ю. И., Фролов А. Д. Применение геофизических методов разведки при изучении карстовых пещер // Информ. сообщение ОНТИВИЭМС. М., 1965, Вып. 73. Сер. регион, разведки и промысл. геофизики. № 9.
3. Альтберг В. Я. Экспедиция 1927 г. по изучению Кунгурской ледяной пещеры и ледников Кавказа // Изв. Гос. гидрол. ин-та. Л., 1929, № 23—25.
4. Альтберг В. Я. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере и 1928 г. // Изв. Гос. гидрол. ин-та. Л., 1930. Ч. 1, № 26—27.
5. Альтберг В. Я. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере о 1929—1930 гг. Ч. 2 // Изв. Гос. Гидрол. ин-та. Л., 1931. № 32.
6. Альтберг В. Я. Кунгурская ледяная пещера // Природа, 1930. № 10.
7. Альтберг В. Я., Трошин В. Ф. О новых формах кристаллического льда // Изв. Гос. гидрол. ин-та. Л., 1931. М 32.
8. Андрейчук В. Н. Некоторые своеобразные отложения в Кунгурской пещере, связанные с ее оледенением // Минералы и отложения пещер и их практическое значение: Тез. докл. Пермь. 1989.
9. Андрейчук В. Н. Антропогенные отложения Кунгурской пещеры // Минералы и отложения пещер и их практическое значение: Тез. докл. Пермь, 1989.
10. Бирилова Н. И. Карстовые явления Кунгура и его окрестностей // Изв. Гос. гидрол. ин-та. Л., 1934. № 66.
11. Володин А. П., Пшеничников В. А. К изучению бактериальной флоры Кунгурской ледяной пещеры // Природа. 1949, № 1.
12. Володин А. П., Пшеничников В. А. Микрофлора Кунгурской ледяной пещеры // Тр. Молотов. стомат. ин-та. Молотов, 1949. Вып. 8.
13. Головков М. П. Исследование льда Кунгурской пещеры // Тр. науч.-исслед. ин-та земной коры. Л.: Изд-во ЛГУ, 1938. Т. 1.
14. Головков М. П. Исследование льда Кунгурской пещеры // Учен. зап. Ленингр. ун-та. Сер. геол.-почв. наук, 1939. № 21.
15. Головков М. П. Заметка о структуре и морфологических особенностях кристаллов льда // Зап. Всерос. минерал. об-ва. М., 1939. Сер. 2, ч. 18, вып. 2.
16. Горбунова К. А., Кунц Э. В. и др. Изучение состава аксессуарных элементов в отложениях Кунгурской пещеры // Пещеры. Пермь, 1970. Вып. 8/9.
17. Горбунова К. А., Кропачев А. М. Геохимия стронция в карстовом ландшафте Кунгурской ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 1972. Вып. 12/13.
16. Горбунова К. А., Кропачев А. М., Лунев В. Г. Геохимия марганца и титана в карстовом ландшафте Кунгурской ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 1974. Вып. 14/15.

19. Горбунова К. А., Дорофеев Е. П. и др. Исследование процесса растворения гипсоангидритов в условиях Кунгурской пещеры // Пещеры. Пермь. 1986. Вып. 20.
20. Дорофеев Е. П. Новый план Кунгурской ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 1965. Вып. 5/6.
21. Дорофеев Е. П. Кальцитовые пленки и кристаллы гипса в Кунгурской пещере // Пещеры. Пермь. 1966. Вып. 6.
22. Дорофеев Е. П. Ледяные кристаллы Кунгурской пещеры // Пещеры. Пермь, 1969. Вып. 7/8.
23. Дорофеев Е. П. Соотношение размеров провальных впадин в сульфатных породах // Вопросы карстоведения. Пермь, 1970. Вып. 2.
24. Дорофеев Е. П. Ледяные кристаллы в подземном озере // Природа. 1970. № 4.
25. Дорофеев Е. П. Изменение температурного режима Кунгурской пещеры в период ее эксплуатации и мероприятия по сохранению ледяных образований // Исследование карстовых пещер в целях использования их в качестве экскурсионных объектов: Тез. Всес. совещ. Тбилиси, 1978.
26. Дорофеев Е. П. Эволюция оледенения Кунгурской пещеры // Пещеры. Пещеры в гипсах и ангидритах. Пермь, 1988. Вып. 21.
27. Дорофеев Е. П. Кристаллические новообразования в Кунгурской пещере // Минералы и отложения пещер и их практическое значение: Тез. докл. совещ. Пермь, 1989.
28. Дорофеев Е. П. Разновидности льда Кунгурской пещеры // Минералы и отложения пещер и их практическое значение: Тез. докл. совет. Пермь, 1989.
29. Дорофеев Е. П. Взаимосвязь температуры воздуха, горных пород и подземных вод Кунгурской пещеры // Проблемы геометеорологии и аккумуляции зимнего холода. Свердловск. 1990.
30. Дорофеев Е. П. Многолетняя мерзлота и подземные льды Кунгурской пещеры // Проблемы геометеорологии и аккумуляции зимнего холода. Свердловск, 1990.
31. Дорофеев Е. П., Андрейчук В. Н. Кунгурская ледяная пещера: Библиографический справочник. Кунгур, 1991.
32. Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н., Шипунова В. А. К вопросу о происхождении Кунгурской ледяной пещеры /Симф. ун-т. Симферополь, 1984. Деп. в Укр. НИИНТИ, № 882 Ук—84.
33. Дублянский В. Н., Дорофеев Е. П., Бородаева Л. А. Гидрохимия Кунгурской ледяной пещеры / Симф. ун-т. Симферополь, 1984. Деп. в Укр НИИНТИ 30.03.84, № 603 Ук—84.
34. Ежов Ю. А., Шерстобитов В. А. Влияние приливной пульсации трещин на фильтрацию карстовых вод в зоне аэрации // Пещеры. Пермь, 1978.
35. Каракаш Н. И. Кунгурская ледяная пещера на Урале // Тр. Спб. об-ва естествоиспытателей. Спб., 1905. Т. 36, вып. № 1.
36. Кунгурская ледяная пещера: Фотоальбом /Л. И. Вейсман, Е. П. Дорофеев, В. Н. Андрейчук, А. Б. Бобров. Пермь, 1990.
37. Лукин В. С. Воздушный режим закарстованных массивов // Специальные вопросы карстоведения. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
38. Лукин В. С. Наблюдения над воздушным режимом закарстованных массивов на примере Кунгурской ледяной пещеры // Тр. Ин-та геологии УФСАН СССР. Свердловск, 1962. Вып. 62.
39. Лукин В. С. Работы по восстановлению природного режима Кунгурской ледяной пещеры // Пещеры. Пермь, 1963. Вып. 3.

40. Максимович Г. А. Классификация льдов пещер // Изв. АН СССР. 1945. Т. 9, № 5—6.
41. Максимович Г. А. Краткая инструкция по изучению пещерного льда и ледяных пещер. Пермь, 1946.
42. Максимович Г. А. Пещерные льды // Изв. Всес. геогр. об-ва. 1947. Т. 79, вып. 5.
43. Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. Характеристика льда Кунгурской ледяной пещеры // Докл. АН СССР. 1941. Т. 31, № 5.
44. Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. К характеристике вод подземных озер // Докл. АН СССР, 1941. Т. 31, № 1.
45. Максимович Г. А., Максимович Н. А. Ледяная пещера. Свердловск, 1937.
46. Матвеев Б. К. Методика геофизического изучения карстовых полостей на примере работ в районе Кунгурской ледяной пещеры // Методика изучения карста. Пермь, 1963. Вып. 5.
47. Матвеев Б. К., Шкабарня Н. Г., Тарунина О. Л. Электрическая разведка Кунгурской ледяной пещеры // Тез. докл. геол. фак-та. Перм. ун-та на научн. конф. Пермь, 1958.
48. Огильви А. Д., Матвеев Б. К., Шкабарня Н. Г. Электрическая разведка Кунгурской карстовой пещеры // Вестн. МГУ. 1963. № 3. Сер. геол.
49. Полевой В. С. Поиски и разведка закарстованных зон геофизическими методами // Бюл. МОИП. 1959. Т. 34, вып. 4.
50. Смирнов А. А. О применении метода естественного электрического поля в районе Кунгурской ледяной пещеры // Вестн. МГУ. 1958. № 2. Геол.
51. Солуха В. И. Изучение современной тектоники в Кунгурской ледяной пещере с помощью горизонтальных маятников // Пещеры. Пермь, 1970. Вып. 8/9.
52. Солуха В. И. Высокочувствительные измерения температуры в Кунгурской пещере // Пещеры. Пермь, 1971. Вып. 10/11.
53. Солуха В. И., Дорофеев Е. П., Сычева М. В. Гравиметрические исследования в Кунгурской пещере // Пещеры. Пермь, 1978. Вып. 17.
54. Старков Н. П., Горбунова К. А. К минералогии глин Кунгурской пещеры // Пещеры. Пермь, 1971. Вып. 10/11.
55. Турышев А. В. Подземные воды Кунгурской ледяной пещеры // Специальные вопросы карстоведения. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
56. Федоров Е. С. Заметки о Кунгурских пещерах // Материалы для геологии России. Спб., 1883. Т. 11.
57. Ферсман А. Е. К минералогии пещер // Природа. 1926. № 1—2.
58. Ферсман А. Е. Геохимия пещер // Природа. 1952. № 2.
59. Хмельской В. К. Методика высокочастотной разведки карста на примерах Урала и Крыма // Методика изучения карста. Пермь, 1963. Вып. 5: Геофиз. методы.
60. Шувалов В. М. Изучение карстовых полостей геоэлектрическими методами на примере Кунгурской ледяной пещеры // Тр. конф. молодых ученых геол. ф-та Перм. ун-та. Пермь, 1979. Деп. в ВИНТИ 17.12.79, № 4281—79.

## **СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КУНГУРСКОЙ ПЕЩЕРЫ**

Уникальность возникновения и развития Кунгурской пещеры определяется не только сочетанием цитологических, Гидрогеологических и геоморфологических условий неоген-четвертичного периода. Анализ структурно-тектонического строения района расположения пещеры на региональном, локальном и блоковом морфолого-морфометрических уровнях структурных элементов с известной степенью очевидности показывает фундаментальную роль эволюции дизъюнктивов в истории формирования этого спелеообъекта, не имеющего аналогов в Предуралье.

### **ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ТРЕЩИНОВАТОСТЬ**

Сульфатно-карбонатный массив, в пределах которого расположена Кунгурская пещера, приурочен к центральной части клиновидного тектонического блока северного окончания Башкирского свода (рис. 1А). С запада-северо-запада блок ограничен крутопадающим ( $65\text{—}90^\circ$ ) сбросо-взбросовым глубинным нарушением с падением сместителя на запад. Разлом отделяет окончание Башкирского свода от Сылвенского прогиба Камско-Кинельской системы. Восточной границей блока является сбросо-взбросовое глубинное нарушение с крутым ( $70\text{—}80^\circ$ ) падением сместителя на восток, отделяющее друг от друга структуры второго порядка: Волго-Уральскую антеклизу (Русская плита) и Уфимско-Соликамскую мегавпадину (Предуральский краевой прогиб). В региональном плане разлом представляет собой границу структур третьего порядка: Пермско-Башкирского свода и Юрюзано-Сылвенской впадины. На юге блок граничит с левосторонним сдвигом широтного простирания. Разломы, ограничивающие блок, прослеживаются в фундаменте (амплитуды от 0,5 до  $5,0 \cdot 10^3$  м) и осадочном чехле ( $0,5\text{—}2,0 \cdot 10^3$  м), что свидетельствует об их тектонической активности в течение весьма длительного периода — от протерозоя до кайнозоя.

Учитывая пространственную унаследованность мезозойско-кайнозойского регионального структурно-тектонического каркаса от герцинского этапа тектогенеза, можно предположить, что на локальном уровне ориентировка внутриблоковых нарушений сплошности отражает спектр азимутов простирания пограничных разрывных нарушений.

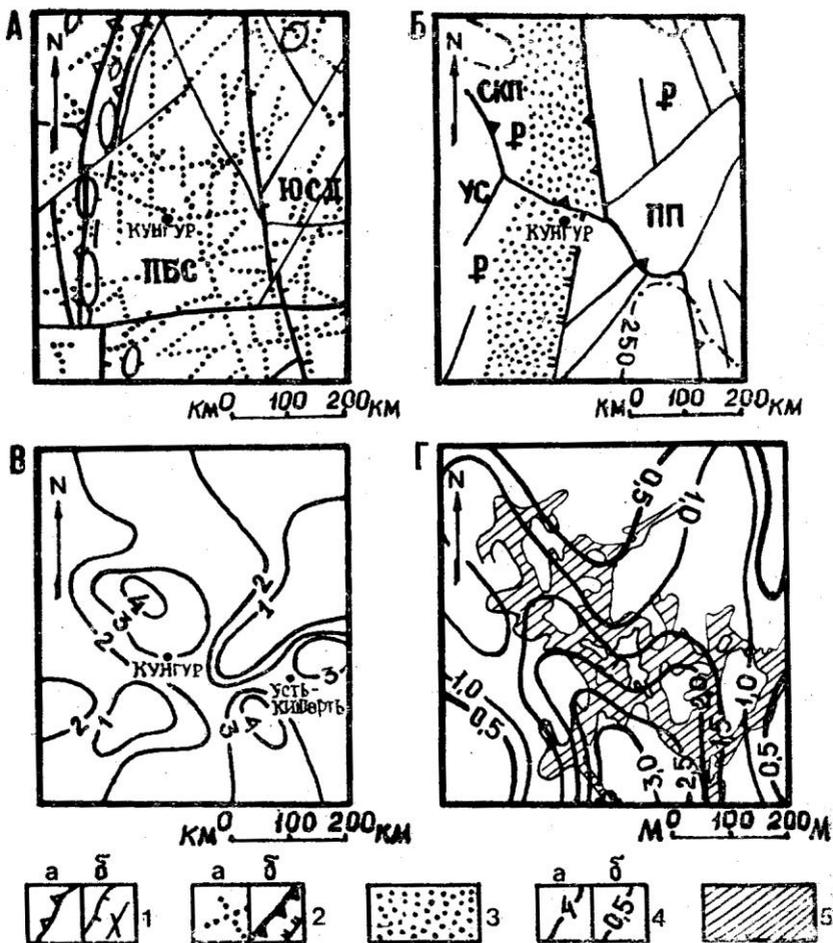


Рис. 1. Структурно-тектоническая ситуация района расположения Кунгурской пещеры. *А* — тектоническая карта со схемой линейментов (по Н. И. Сычкину, Л. Ф. Волегурскому и Л. В. Шутковой, 1989); *Б* — карта новейшей тектоники (по В. И. Бабаку, В. И. Башилову, В. А. Букрееву, 1989); *В* — схема линейной плотности линейментов; *Г* — схема линейной плотности тектонических трещин. 1 — разрывные нарушения: взбросы (а), сбросы и разломы не выясненной морфологии (б); 2 — линейменты земной поверхности (а), границы мегаблоков: главных и второстепенных тектогенных форм (б); 3 — зона повышенной проницаемости, выделенная линейной плотностью (1—4·10<sup>-4</sup> м или 10—40 км/100 км<sup>2</sup>) (а), тектонических трещин (0,5—3,0 · 10<sup>-1</sup> м или 500—3000 м/10000 м<sup>2</sup>); 5 — поле Кунгурской пещеры. ПСБ — Пермско-Башкирский свод, ЮСД — Юрюзано-Сылвенская депрессия, УС — Уфимский свод, СКП —

Среднекамский прогиб, ПП — Предуральское моноклинально-ступенчатое поднятие. Р — районы инверсионных умеренных и слабых поднятий, проявляющихся с олигоцена. Амплитуда 250—300 м

Тем более, что восточная окраина Русской плиты, начиная с поздней перми и кончая серединой неогена, не испытывала резких высоко-амплитудных колебаний, а находилась в тектоническом режиме слабых поднятий, перемежающихся со слабыми опусканиями в среднеюрской и поздне меловой эпохах [2].

Ориентировка линеаментов подтверждает высказанное предположение (рис. 1А). Сохраняя ориентировку пограничных разломов, дизъюнктивы сульфатно-карбонатного комплекса нижепермских отложений распределяются по площади блока неравномерно. Достаточно четко выделяются участки и зоны минимальной, средней и повышенной линейной плотности линеаментов — суммарной протяженности линеаментов на единицу площади поверхности тектонического блока (рис. 1Е). Зоны средних значений плотности линеаментов показаны изолинией  $2 \cdot 10^{-4}$  м ( $20 \text{ км}/100 \text{ км}^2$ ). Зоны пространственно совпадают с а) границей Уфимского свода, б) разрывными нарушениями северо-восточного простирания, в) зоной повышенной проницаемости северо-северо-западной ориентировки, выделенной по структурным признакам. Три участка повышенной плотности линеаментов ( $3\text{—}4 \cdot 10^{-4}$  м или  $30\text{—}40 \text{ км}/100 \text{ км}^2$ ) маркируют места пересечения границ главных тектогенных форм рельефа (Уфимского свода, Среднекамского прогиба и Предуральского моноклинально-ступенчатого поднятия) с разнопорядковыми тектоническими разломами различной морфологии.

Сульфатно-карбонатная толща на всех трех участках интенсивно закарстована, но интенсивность карстопроявлений, их морфологические особенности сугубо индивидуальны, что определено наложением на пространственную структуру дизъюнктивов литологической и гидрогеологической специфики массивов. К одному из таких участков приурочена территория карстопроявлений в районе г. Кунгура, с двумя другими ассоциируется территория карстопроявлений Сылвенской впадины (с. Усть-Кишерть).

Анализ особенностей распределения тектонической трещиноватости дает возможность выделить этапы развития структуры проницаемости массива на блоковом уровне.

Приуроченность ходов, гротов и органических труб Кунгурской пещеры к трещинам, совпадение простираний линейных спелеоформ и трещин в двух направлениях — факты, освещаемые уже на протяжении 35 лет: начиная с работ Г. А. Максимовича и К. А. Горбуновой [4, 5] и кончая исследованиями А. И. Печеркина [7], В. Н. Андрейчука, Е. П. Дорофеева, В. С. Лукина [1].

Авторы, как правило, выделяют две взаимопересекающиеся системы трещин, ориентированные на северо-восток ( $55\text{—}60^\circ$ ) и северо-запад ( $330\text{—}335^\circ$ ).

Плотность тектонических трещин гипс-ангидритов ледяно-пещерской пачки в пределах 30-градусных румбов, их раскрытость, степень заполнения и зональность распределения позволяют выделить в массиве Ледяная гора не одну, а две ортогональные сопредельные системы: I —  $30\text{—}60^\circ$  (СВ);  $300\text{—}330^\circ$  (СЗ) и II —  $0\text{—}30^\circ$  (СВ);  $270\text{—}300^\circ$  (СЗ).

При сопоставлении распределения линейной плотности трещин и ходов пещеры становится очевидным неадекватное влияние систем трещин на морфологический облик пещерного поля. Наиболее протяженные периферийные ходы пещеры северо-западной и северо-восточной ориентировки заложены в зонах растяжения, сформированных трещинами системы I. Эти ходы ограничивают пещерное поле с юго-запада и юго-востока. Система II, в частности ее меридиональная ветвь, оказала воздействие на развитие ходов ориентировки север—юг в центральной части пещеры (рис. 1Г).

Несомненно, помимо эндотектонической трещиноватости в массиве присутствует экзотектоническая внутрипластовая и литогенетическая трещиноватость, которая повлияла на ориентировку и морфологию ходов и гротов. Только детальная съемка всех генетических типов трещин с фиксацией вертикальных и горизонтальных экзо- и эндогенных перемещений межтрещинных блоков относительно друг друга, анализ заполнителя трещин и микропликативных дислокаций позволит с достаточной степенью точности оценить роль структурно-тектонического каркаса массива в формировании полей морфологической неоднородности пещеры.

**Основные этапы развития структурных элементов.** Д. С. Соколов [8], И. А. Печеркин, опираясь на исследования В. А. Апродова и Б. С. Лунева [6], В. С. Лукин [3] выделяют в неоген-четвертичной геологической истории Предуралья 4 этапа:

I — сильное поднятие в неогене (доакчагыльское время) и образование уступов высоких террас (IV, V, VI);

II — опускание территории (акчагыльское время) и накопление в каньонообразных долинах песчано-глинистого материала неогенового возраста;

III — плейстоценовое поднятие территории и формирование третьей (эоплейстоценовой), второй (мезоплейстоценовой) и первой (неоплейстоценовой) террас;

IV — голоценовое поднятие и формирование поймы. Рассмотрение этапов тектонического воздымания территории Предуралья в плиоцене и плейстоцене дает основание выделить в геолого-тектонической эволюции района кайнозойского времени по меньшей мере две инверсионные фазы регионального уровня, которым по времени заложения соответствуют системы тектонических трещин массива. Не исключено, что инверсионные фазы характеризовались изменением направления тектонического стресса, о чем свидетельствует смещение ориентировки систем (от I до II) по часовой стрелке примерно на 25—30°. Изменение ориентировки стресса предполагается не только исходя из наличия двух ортогональных систем тектонических трещин и двух ортогональных (широтно-меридиональные и диагональные) систем разломов, но и на основе левых сдвигов по широтным разломам и правых сдвигов по диагональным разломам, наложенным на широтные и меридиональные.

Отметим особенности состояния массива в периоды инверсий. На этой фазе тектонические блоки, подвергающиеся воздыманию, испытывают региональное сжатие со стороны пограничных разломов по периферии, а центральные части блоков — локальное растяжение. Указанная фаза благоприятна как для локального складкообразования, так и для сдвижения пластов слоистой толщи относительно друг друга по латерали, что может усилиться формированием или оживлением взбросо-сбросовых пограничных дизъюнктивов.

Сдвижение пластов в инверсионной фазе обеспечивает раскрытие межпластового пространства, а это способствует латеральному перетоку подземных вод в соответствии с перераспределением гидравлических градиентов. В инверсионной фазе субвертикальная трещиноватость, получившая системное распределение, создаст дополнительное, ориентированное, гидрогеологически активное пространство в местах их пересечения с межпластовыми трещинами.

Принимая во внимание особенности позднемезозойско-кайнозойской геолого-тектонической истории, можно выделить следующие основные этапы эволюции структурных элементов массива, включающие и элементы карстовой дренажной системы.

I этап соответствует инверсионной фазе, восстановившей поздней палеозойско-мезозойскую трещиноватость (система I).

Его целесообразно увязать с олигоцен-плиоценовым и эпейро-геническими поднятиями большой амплитуды. Эта фаза развития, имевшая кульминацию на рубеже миоцена и плиоцена, соответствует альпийскому циклу тектогенеза. О малоамплитудных горизонтальных подвижках в массиве свидетельствует наличие крутопадающих ( $70—75^\circ$ ) на северо-восток и северо-запад внутримассивных трещин системы I.

Подъем территории активизировал эрозионные процессы по всему Предуралью. Смещение вниз по разрезу базисов эрозии способствовало смещению карстоформирующей эпифреатической зоны (зоны колебания уровня подземных вод), а раскрытие межпластовых пространств и существование систем субвертикальных трещин — локализации подземного стока. Положение подземных полостей в геологическом разрезе плиоценовых террас и особенности их заполнения обломочным материалом дало основание В. С. Лукину [3] предположить интенсивное развитие на этом этапе полостей зоны горизонтальной циркуляции на контакте пород иренского и филипповского горизонтов.

II этап развития массива связан с постинверсионной (преакчагыльской) и акчагыльской фазами растяжения. Обе фазы характеризуются преобладанием режима «разгрузки» напряжений в периферийных частях блока и локального сжатия в центральных частях. Процесс заполнения (залечивания) трещин «компенсирует» их раскрытие. Режим сжатия способствует обрушению сводов карстовых полостей, их заполнению крупнообломочным материалом, формированию обвально-карстовых отложений. Опускание территории Пермского Прикамья продолжалось до конца апшеронского века, что привело к заполнению каньонообразной долины, р. Сылвы песчано-глинистым материалом. В местах крупных карстовых обрушений крупнообломочный материал сформировался к началу плейстоцена (380 тыс. лет) в карстовую брекчию.

Необходимо отметить, что вопрос генетических особенностей и пространственного распределения карстовых брекчии как в пределах пещерного поля, так и по всему массиву до сих пор не решен окончательно. Решение этого фундаментального с точки зрения спелеогенеза вопроса позволит установить с достаточной степенью достоверности пространственную структуру карста ранних (эоплейстоценовых) этапов и его влияние на современный облик пещеры.

III этап развития массива связан с инверсионной фазой четвертичного периода. Динамические стрессовые воздействия со стороны региональных разломов, ограничивающих блок в сочетании с дифференцированным развитием элементов тектогенных форм рельефа обусловили динамичное чередование стадий внутриблоковых «нагрузок» и «разгрузок» напряжений, что вывело блок из состояния статического равновесия. Стадийная смена тектонических режимов с последовательным увеличением продолжительности стадий «нагрузки» обеспечила накопление напряжений вдоль существовавших структурных границ (литологических, дизъюнктивных и т. д.). На данном этапе была сформирована новая система тектонических трещин (система II), а трещины плиоценовой карстовой эпохи были существенно обновлены. Интенсивность тектонических движений этапа была значительно ниже по сравнению с плиоценовой инверсией, что нашло отражение в уменьшении амплитуды колебательных движений [6] и представительности (численность, раскрытость) трещин системы II.

С третьим плейстоцен-голоценовым этапом связывается возобновление формирования Кунгурской пещеры (мезо-плейстоцен), ее новых галерей, в настоящее время заполненных водой (голоцен).

В качестве иллюстрации к изложенному приведем результаты анализа распределения вскрытых скважинами полостей в пределах западной и юго-западной территории г. Кунгура. Из 69 рассмотренных скважин 32 вскрыли карстовые полости. 17 полостей (54%) приурочены к разрезу высоких — IV и V (плиоценовых) — террас и 15 (46%) — к отложениям III террасы. В пределах I и II надпойменных террас карстовые полости при бурении не встречены. Вместе с тем в пределах I террасы обследован 21 провал из 124 зафиксированных в районе исследований. Провалы приурочены к зонам трещиноватости карстующихся толщ и зонам разуплотнения неоген-четвертичных отложений, выявленных с помощью геофизических методов.

Сопоставление абсолютных отметок кровли полостей, установившихся уровней подземных вод и уровней уреза р. Сылвы позволило выявить, что зона колебаний уровня подземных вод является зоной наиболее оптимальных условий развития подземного карста. 53,1% всех зафиксированных при бурении полостей находится в зоне изменения уровня, 0,4% расположены ниже, а 37,5% — выше (рис. 2).

Выше эпифреатической зоны карстовые полости встречены только в пределах IV и V террас.

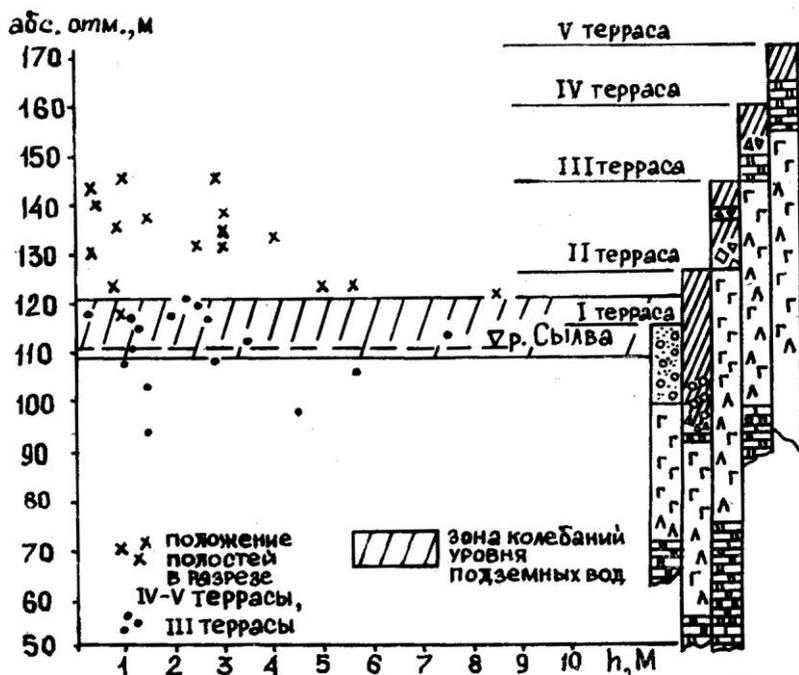


Рис. 2. Соотношение высотного положения карстовых полостей, их вертикальных размеров ( $h$ , м), уровня подземных вод и геологического строения террас р. Сылвы в западных и юго-западных районах г. Кунгура

Вертикальные размеры единичных полостей достигают 5—8,5 м, подавляющее большинство полостей имеют размеры от 0,3 до 4,0 м. Особенностью обстановки развития большинства таких полостей является их расположение на контакте: кровля гипса — подошва доломита. Иными словами, полости сформировались в условиях бронирования гипс-ангидритов пачкой доломитов в зоне горизонтальной циркуляции. По нашему мнению, активный этап развития полостей высоких террас соответствует I плиоценовому инверсионному этапу. Полости являются остатками обширной карстовой дренажной системы. Два типа заполнителя полостей — автохтонный (глыбово-щебенистый) в нижней части и автохтонно-аллохтонный (щебенисто-глинистый) в верхней части — соответствуют двум этапам: а) постинверсионного начала погружения территории и гравитационного заполнения полостей (первый тип); б) стабильного опускания территории (фаза растяжения) и консервации полостей привнесенным тонкообломочным материалом (второй тип).

В зоне современного колебания уровня подземных вод расположены все полости, вскрытые в пределах III террасы. Эти полости III плейстоцен-голоценового этапа гидрогеологически активны, их формирование не закончено, о чем свидетельствует максимальное количество провалов, зафиксированных на поверхности III террасы (73 провала из 124). Полости расположены на 5—10 м ниже кровли гипс-ангидритов ледянопещерской пачки, причем доломиты неволинской пачки размыты или раздроблены. Бронирующего слоя между карстующимися породами и рыхлыми перекрывающими отложениями нет. Учитывая наличие карстообвальных отложений, зачастую расположенных выше по разрезу, можно заключить, что местоположение полостей пространственно унаследовано от плиоценового этапа карстообразования. Вместе с тем полости заполнены частично, исключение составляют полости, находящиеся ниже зоны колебания уровня подземных вод и заполненные глинисто-обломочным материалом. Вертикальные размеры отдельных полостей достигают 7,5 м, в большинстве случаев — от 0,3 до 3,5 м.

Обобщая структурно-тектоническую обстановку неоген-четвертичного времени, выделим наиболее существенные обстоятельства формирования карста в районе г. Кунгура в целом и Кунгурской пещеры в частности с позиции эволюции структурных элементов массива.

1. К началу олигоцен-плиоценовой инверсии региональная структура разрывных нарушений, ограничивающая тектонический блок, в центральной части которого расположен, карстующийся массив, уже была образована.

2. Инверсионные горизонтально-вертикальные подвижки, завершившиеся к концу плиоцена, вызвали перераспределение напряжений внутри тектонического блока, что привело к формированию дизъюнктивов в сульфатно-карбонатной толще, фиксируемых в виде линеаментов на космо- и аэроснимках, и тектонических трещин в обнажениях горных пород. И линеаменты, и тектонические трещины образуют зоны и участки повышенной плотности, пространственно тяготеющие к границам тектогенных форм рельефа и их пересечениям с тектоническими нарушениями различной морфологии. Территория карстопроявлений г. Кунгура и его окрестностей расположена в зоне средних значений плотности линеаментов, на границе участка повышенной плотности, к южной части которого приурочена Кунгурская пещера.

Участки повышенной плотности линейментов характеризуются отчетливо выраженной системностью тектонических трещин, определяющей их зональность в пространстве. Пересечение разноориентированных зон тектонических трещин формирует «узлы трещинной тектоники», к одному из которых приурочено пещерное поле.

3. Опускание территории на границе неогенового и четвертичного периодов привело к заполнению (частичному или, полному) карстовых полостей глинисто-обломочным материалом, обрушению сводов полостей и возникновению обвально-карстовых отложений, позже преобразованных в карстовые брекчии. Тектонические трещины были частично «залечены».

4. Инверсионные подвижки начала четвертичного периода активизировали структуру внутриблоковых дизъюнктивов, расширив их азимутальный спектр. Но в целом сопредельные системы новых трещин мало повлияли на пространственную консервативность структуры, определив тем самым унаследованность положения карстовых форм от плиоценового карстового этапа.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрейчук В. Н., Дорофеев Е. П., Лукин В. С. Органные трубы в карбонатно-сульфатной кровле пещер // Пещеры. Проблемы изучения: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун.-т. Пермь, 1990.
2. История геологического развития Русской платформы и ее обрамления / Под ред. А. П. Виноградова. М., 1964.
3. Лукин В. С. Условия и этапы формирования Кунгурской пещеры // Карст Урала и Приуралья. Пермь, 1968.
4. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области. Пермь, 1958.
5. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Пермь, 1963. Т. 1.
6. Печеркин И. А. Геодинамика побережий камских водохранилищ. Пермь, 1966. Т. 1.
7. Печеркин А. И. Связь крупных пещерных систем сульфатного карста с распределением тектонической трещиноватости // Пещеры. Методика изучения: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун.-т. Пермь. 1986.
8. Соколов Д. С. О новейшей геологической истории Уфимского плато // Бюл. Моск. Общ. испыт. природы. Отдел геол. 1948. Т. 23. вып.3.

**Е. П. Дорофеев, Б. Р. Мавлюдов**  
Кунгурский стационар ГИ УрО РАН,  
Институт географии РАН

## **ДИНАМИКА ОЛЕДЕНЕНИЯ КУНГУРСКОЙ ПЕЩЕРЫ**

Под оледенением пещер мы понимаем совокупность снежно-ледяных образований в полостях, а также процессов и явлений, результатом взаимодействия которых является существование снега и льда в пещерах.

Оледенение Кунгурской пещеры изучено довольно хорошо; ему посвящено множество работ, обзор которых сделан в статье [1]. Вопросы же происхождения и режима существования оледенения в пещере анализируются лишь в единичных работах. Основной из них представляется работа В. С. Лукина [5], где объясняется возникновение оледенения к пещере несбалансированностью тепловых потоков, поступающих в пещеру через два входа на разных высотных уровнях. У этих входов отмечаются температурные аномалии, когда среднегодовые температуры воздуха выше или ниже средней фоновой температуры (температура карстового массива) [6]. Отрицательная температурная аномалия и послужила причиной возникновения оледенения у нижнего входа в пещеру. Оледенение в пещере зависит от интенсивности проветривания пещеры в зимнее и летнее время. Поскольку режим проветривания пещеры в разное время различен, то и масштабы оледенения в пещере меняются во времени. Основные этапы колебания масштабов оледенения рассмотрены в работе [1]. Настоящее же исследование посвящено анализу изменения режима оледенения пещеры за последние 25 лет и выяснению причины этих изменений.

В зимнее время происходит накопление холода в пещере (по направлению от входа в глубь пещеры запас холода убывает) и рост ледяных образований. Весной накопления холода в ней почти не отмечается, но накопление льда продолжается за счет уже существующего запаса холода. Летом тепло выносится из глубины пещеры, что вызывает таяние ледяных образований и уменьшение зоны оледенения в пещере; масштаб процессов уменьшается в направлении входа. Осенью вынос тепла из пещеры сокращается и процесс таяния льда затухает. При устойчивом оледенении в пещере этот процесс циклически повторяется из года в год, а границы постоянного и сезонного оледенения колеблются около некоторых средних значений.

Ледяные образования в пещере подразделяются на постоянные (многолетние) и сезонные. Границы распространения этих разновидностей льда соответствуют границам зон постоянного и сезонного оледенения в пещере, которые проводятся по изотермам среднегодовой температуры воздуха в пещере соответственно 0,1—0,2 и 1,5°C [6]. Благодаря отрицательной температуре пород вокруг ближней к входу части пещеры в последней сохраняется отрицательная температура воздуха часть года или весь год в целом (здесь распространены по большей части постоянные льды). Сезонные льды встречаются в тех местах, где промерзание пород носит сезонный характер, и частично в местах с постоянной мерзлотой степ. Постоянные льды вблизи границы распространения мерзлоты в пещере [2] обладают наибольшей изменчивостью (рис. 1).

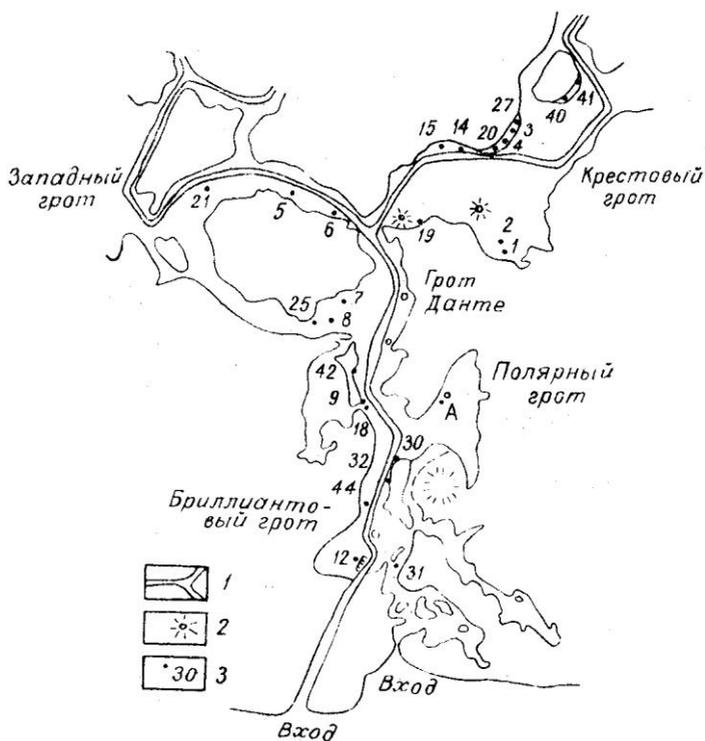
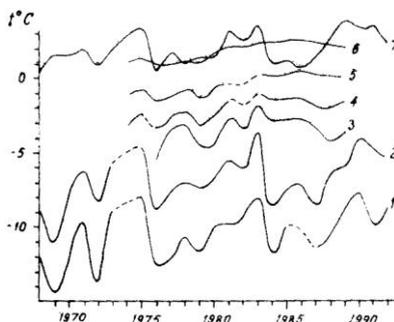


Рис. 1. План юго-восточной части Кунгурской пещеры, в которой развито оледенение: 1 — пешеходные дорожки; 2 — органые трубы; 3 — места расположения реперов во льду и их номера

Наблюдения за температурой воздуха и пород в пещере начаты в 1969 г., а с 1974 г. они носят регулярный характер. Анализ полученных данных позволяет говорить о том, что температурный режим в пещере постоянно меняется. На рис. 2 показан характер изменения среднегодовых температур воздуха в пещере и вне ее.

Рис. 2. Соотношение среднегодовой (7), среднезимней за X—IV (2), среднезимней периода < 0°С (1) температуры воздуха на метеостанции Кунгур и среднегодовых температур воздуха в гротах Кунгурской пещеры: Бриллиантовом (3), Данте (4), Крестовом (5), Руины (6)



На рисунке видно, что характер изменения среднегодовых температур в разных частях пещеры скорее соответствует изменениям среднезимней (по среднемесячным значениям за ноябрь—апрель) температуре воздуха вне пещеры, чем среднегодовой температуре воздуха вне пещеры. Это объясняется большим влиянием зимнего проветривания на тепловой режим пещеры в зоне оледенения. Несмотря на то, что в последнее время возросло количество более «теплых» годов (по среднегодовым температурам воздуха), изменения в среднезимних температурах воздуха не очень велики: средний минимум их увеличился с  $-8,5^{\circ}\text{C}$  в 1968—1972 гг. до  $-7^{\circ}\text{C}$  в последующий период (рис. 2). В целом же среднегодовые температуры воздуха в разных пунктах пещеры довольно близки к среднезимней температуре воздуха, полученной по наблюдениям на метеостанции Кунгура. Особенно четко это проявилось с 1974 по 1983 г.

Регулярное наблюдение за зимней температурой воздуха в пещере началось с 1969 г. Мы сравнили характер изменения среднеянварской температуры воздуха в разных пунктах пещеры и на метеостанции Кунгура за весь период наблюдений (рис. 3) и обнаружили почти полное совпадение температурных кривых. Интересно, что в 1975—1976 гг. среднеянварские температуры воздуха в гроте Бриллиантовом были даже ниже, чем вне пещеры. Вероятнее всего это связано с обеспечением контроля за проветриванием пещеры.

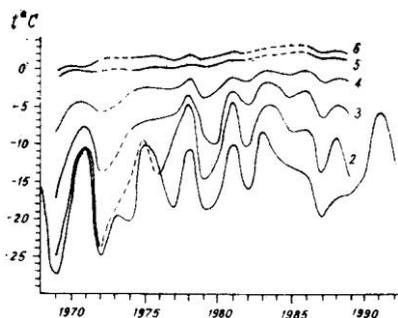


Рис. 3. Соотношение среднеянварских температур воздуха на метеостанции Кунгур (1) и гротах Кунгурской пещеры: Бриллиантовом (2), Данте (3), Крестовом (4), Руины (5), Скульптурном (6)

Незначительное совпадение кривых в 1988 г. тоже, видимо, свидетельствует о влиянии человека на режим проветривания пещеры: в эти месяцы скорее всего режим проветривания пещеры был нарушен.

Любопытные данные можно получить при сравнении сумм отрицательных температур воздуха вне пещеры и в Бриллиантовом гроте, подсчитанных по среднесуточным значениям температуры воздуха (рис. 4). Они свидетельствуют о возможности намораживания льда при данных условиях.

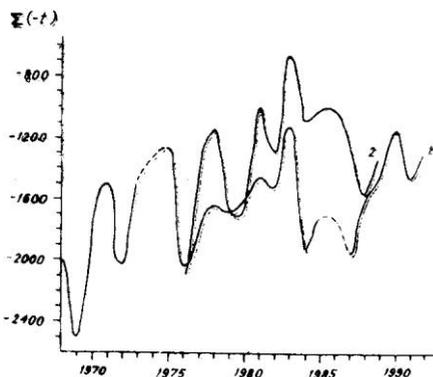


Рис. 4. Соотношение сумм среднесуточных отрицательных температур воздуха на метеостанции Кунгур (1) и в Бриллиантовом гроте Кунгурской пещеры (2)

В. Г. Ходаков [9] определяет величину намораживания около  $1 \text{ г/см}^2$  на один градус отрицательной средней суточной температуры воздуха. На рисунке видно, что запас холода в Бриллиантовом гроте в 1976 г. был больше, чем вне пещеры. Аналогичные явления наблюдались в 1979—1980 и 1988 гг. В остальные годы суммы отрицательных температур воздуха значительно различались.

Наиболее существенным это различие было с 1983 по 1986 г. По нему можно видеть, как менялось отношение к охлаждению пещеры в зимнее время. С большой долей вероятности можно говорить, о том, что в 1977—1978 и 1981—1986 гг. процесс охлаждения пещеры не контролировался. Это не могло не сказаться на характере оледенения в пещере. Интересен тот факт, что значительное охлаждение пещеры в 1988 г. было достигнуто на фоне общего повышения температуры вне пещеры. По-видимому, это явилось результатом достаточно кропотливой работы по слежению за температурой воздуха и контролю за открытием дверей в пещеру.

Можно предположить, что оледенение пещеры зависит также от продолжительности периодов с отрицательной температурой воздуха вне пещеры и периода с зимним режимом тяги воздуха в пещере. Анализ данных метеостанции Кунгура с 1968 по 1992 г. позволяет говорить о незначительном изменении этих периодов во времени — в среднем они составляют соответственно 156 и 200 дней.

Как показало рассмотрение среднегодовых температур воздуха в пещере (рис. 2), начиная с 1980 г. в ней произошли коренные изменения климата, которые выразились в повышении среднегодовых температур воздуха почти во всех частях пещеры. Это привело к уменьшению степени оледенения во всех частях пещеры, особенно на севере грота Крестового, где до 1980 г. наблюдались отрицательные среднегодовые температуры воздуха и существовали многолетние льды, а после 1980 г. — положительные среднегодовые температуры и соответственно сезонные льды. Изменилась и граница сезонного оледенения в пещере [2]. Если в 1969 г. оно достигало грота Метеорного, то теперь даже на юге грота Руины отмечается лишь кратковременное оледенение. Уменьшилось количество льда в пещере: уже нет многолетних наледей на севере Крестового грота, почти исчез многолетний лед из хода Горе Толстяков, существенно сократилось количество льда в гроте Данте. Исследования, проводимые в пещере начиная с 1985 г., позволили количественно оцепить некоторые моменты деградации оледенения. Было установлено, что в зоне оледенения почти не осталось участков с положительным балансом массы льда, за исключением старого входа и гротов Полярный и Склеп.

Детальное исследование накопления и расхода (аккумуляции и абляции) льда проводилось в пещере только в 1985—1986 гг., а в последующий период осуществлялись замеры только в отдельных точках (табл.). В пещере от Бриллиантового до Крестового грота в пробуренных во льду отверстиях устанавливались деревянные или пластмассовые стержни (рис. 1) и регулярно измерялась длина их части, выступающей надо льдом. Увеличение ее свидетельствовало об убывании льда, а уменьшение — о его накоплении. Испарение и сублимация льда определялись также весовым методом [8].

В 1985—1986 гг. нарастание льда на покровной наледи (реперы 1 и 2) в гроте Крестовом достигало 150 мм за зиму. Общий объем аккумуляции наледного льда в пещере за этот период оценен приблизительно в  $4,63 \text{ м}^3$  (здесь и далее а водном эквиваленте). Накопление сублимационного льда происходило во входной части пещеры и составило около  $0,74 \text{ м}^3$ . Поскольку теплый воздух попадает в зону оледенения из глубины пещеры, то интенсивность его возрастает с удалением от входа в пещеру [7]. В Крестовом гроте сокращение объема льда достигало 180 мм/год (реперы 1 и 2), в целом же в пещере убыль льда за счет таяния составила около  $12,51 \text{ м}^3$ . Испарение льда отмечено в зимнее время на всем протяжении канала пещеры, причем процесс становится менее интенсивным по мере углубления в полость, что связано с уменьшением дефицита влажности воздуха в этом направлении. Максимум интенсивности испарения льда приходится на январь—февраль. Испарение льда в гроте Бриллиантовом составило около 3 мм и в ходе Горе Толстяков — около 9 мм. Общее испарение в пещере оценено в  $4,41 \text{ м}^3$ . Используя эти данные, получим алгебраическую сумму годовой аккумуляции и абляции льда, или содовой баланс массы льда в пещере [8]. Он оказался равным —  $11,55 \text{ м}^3$ , что соответствует уменьшению количества льда в пещере за 1985—1986 балансовый год на  $11,55 \text{ м}^3$ . Отнесение годового баланса массы льда в пещере к площади распространения в ней льда дает удельный баланс массы льда в пещере, равный —  $1,5 \text{ г/см}^2$ . Удельный баланс массы льда может быть рассчитан и для отдельных участков пещеры, и для отдельных точек. Наблюдения в 1985—1992 гг. позволили выявить сокращение объема льда во всех точках (табл.), т. е. на протяжении 8 лет в пещере продолжается его постоянное уменьшение, которое не компенсируется накоплением. Если сравнить изменение баланса массы льда на разных участках пещеры, то станет очевидным, что деградация оледенения усиливается с удалением от входа. Это неудивительно, поскольку в Бриллиантовом гроте происходят только испарение и сублимация льда (эти процессы мало интенсивны), в то время как в гроте Крестовом — его таяние и намерзание (более интенсивные процессы).

### Изменение удельного баланса массы льда в Кунгурской пещере

Номер репера	Начало измерения	Конец измерения	Разница отсчетов, мм	Удельный баланс, г/см <sup>2</sup> ·год
3	4.08.1985	16.12.1992	>500	—6.22
7	18.04.1985	16.12.1992	77	—0.91
8	18.04.1985	16.12.1992	67	—0.8
9	18.04.1985	16.12.1992	85	—1.01
12	18.04.1985	16.12.1992	29	—0.34
14	29.09.1985	16.12.1992	131	—4.78
15	29.09.1985	16.12.1992	134	—4.5
18	14.08.1985	16.12.1992	106	—1.32
19	29.09.1985	16.12.1992	95	—1.3
21	7.08.1985	16.12.1992	>180	—2.24
25	7.08.1985	16.12.1992	65	—0.81
30	29.09.1985	16.12.1992	44	—0.56
31	29.09.1985	16.12.1992	74	—0.94
32	29.09.1985	16.12.1992	23	—0.29
42	9.04.1986	16.12.1992	107	—1.46
44	10.04.1986	16.12.1992	49	—0.67
A1	4.08.1985	16.12.1992	62	—0.77
A2	4.08.1985	16.12.1992	51	—0.63
A1	1961	1985	40	—0.15
Б	4.08.1985	21.01.1987	30	—2.08

Как видим, наибольший отрицательный баланс массы льда в пещере отмечен в Крестовом гроте: по реперам 3, 4 — более — 6,22 г/см<sup>2</sup>, по реперам 14, 15 — 4,5—4,78 г/см<sup>2</sup>; в ходе Горе Толстяков: по реперу 21 — 2,24 г/см<sup>2</sup>. В 1985—1986 гг. в гроте Крестовом удельный баланс массы льда достигал 17,57 г/см<sup>2</sup>.

Сравнение значений удельного баланса массы льда на ледяной колонне в северной части грота Полярного за два периода — с 1961 по 1985 и с 1985 по 1992 г. — показывает, что с — 0,15 г/см<sup>2</sup> год в первом случае он увеличился до — 0,63—0,77 г/см<sup>2</sup> год во втором.

Поскольку единственным процессом, определяющим баланс массы льда в этой части грота, является испарение льда, то можно утверждать, что процесс испарения льда стал более интенсивным по сравнению с предыдущим периодом в 4—5 раз. Единственным объяснением этого явления может быть общее потепление в пещере.

Потепление в пещере в последние годы привело к тому, что и в гроте Данте начали отмечать в течение ряда месяцев положительную температуру воздуха. Так, если в 1985 г. период с положительной температурой воздуха еще не наблюдался, а удельный баланс массы льда составлял около  $0,05 \text{ г/см}^2 \cdot \text{год}$ , то уже в 1989 г. период с положительной температурой воздуха достигал 4 месяцев со средней температурой воздуха  $0,13^\circ \text{С}$ . А это значит, что в гроте началось таяние льда и удельный баланс массы льда в нем за 1985—1992 гг. был равен  $-0,8-0,9 \text{ г/см}^2 \cdot \text{год}$ , т. е. процесс незначительного накопления льда в гроте сменился его деградацией.

Следовательно, в последние годы в пещере наметилось усиление деградации оледенения. На первый взгляд, это можно было бы связать с оборудованием второго входа в пещеру в 1972 г. Действительно, после 1972 г. произошло некоторое изменение теплового режима в пещере и некоторое уменьшение зоны оледенения у старого входа [2], а также возникновение зоны оледенения у нового входа. С 1973 по 1979 г. тепловой режим и режим оледенения в пещере устанавливаются на некотором новом уровне. Об этом можно судить по условиям в гроте Крестовом. Если в 1969 г. период с положительной температурой воздуха в гроте не превышал 1 месяца со средней температурой  $0,1^\circ \text{С}$ , то после 1972 г. этот период увеличился до 3—4 месяцев со средней температурой воздуха  $0-0,2^\circ \text{С}$  [7]. Период с 1980 по 1986 г. отличался наиболее резким изменением как теплового режима в пещере, так и оледенения в ней; продолжительность периода с положительной температурой в гроте Крестовом возросла до 7—10 месяцев при средней температуре воздуха до  $0,6^\circ \text{С}$ . Начиная с 1986 г. тепловой режим в пещере стал более стабильным, но деградация оледенения продолжалась.

Резкое изменение условий в пещере с 1980 г., по-видимому, не имеет прямого отношения к оборудованию второго входа. Можно предположить несколько причин этого явления. Вероятно, основной причиной послужило катастрофическое наводнение 1979 г., когда значительная часть пещеры была залита водой [4]. Видимо, паводковые воды способствовали существенному уменьшению запаса холода в пещере.

Другой причиной указанного явления могло быть ослабление внимания к зимнему проветриванию пещеры, поскольку в это время проветривание контролировал местный совет по туризму, который сосредоточил внимание на оборудовании пещеры и проведении экскурсии в ней. Еще одной причиной резкого уменьшения масштабов оледенения в пещере, возможно, было сохранение в течение ряда лет среднегодовой температуры воздуха выше нормы.

Некоторая стабилизация температурных условий в пещере начиная с 1986 г., вероятно, связана как с увеличением внимания к проветриванию пещеры со стороны Кунгурского стационара, так и с закрытием второго входа в пещеру. Последнее привело к значительному уменьшению тяги воздуха в пещеру через этот вход, потеплению в гроте Вышка, а также усилению тяги воздуха через старый вход. Если стабилизация температурных условий в пещере сохранится достаточно долго, то произойдет и стабилизация оледенения. По-видимому, такая стабилизация может сопровождаться усилением обвального процесса в повой зоне сезонных фазовых переходов воды (вплоть до грота Данте).

Попробуем ответить на несколько вопросов: в какой мере влияет посещаемость пещеры на ее оледенение; как изменится оледенение в пещере, если увеличить зону охлаждения в ней? Без сомнения, посещаемость пещеры сказывается на ее тепловом состоянии, но преимущественно в летнее время [3]. Однако пока нет оснований полагать, что посещаемость как-либо влияет на масштабы оледенения в пещере. Естественно, на режим оледенения пещеры в значительно большей мере влияет режим ее проветривания в зимнее время. Что касается второго вопроса, то ответить на него трудно, поскольку до настоящего времени еще не изучены закономерности водопритока в пещеру в зависимости от интенсивности ее проветривания. Тем не менее почти нет сомнений в том, что понижение среднегодовой температуры воздуха в гроте Крестовом до отрицательных значений приведет к восстановлению покровных наледей и сталагмитов в северной части грота. Но при этом неизбежны некоторые потери сублимационного льда в гроте Бриллиантовом.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорофеев Е. П. Эволюция оледенения Кунгурской пещеры // Пещеры. Петрозаводск, 1988. Вып. 21.

2. Дорофеев Е. П. Многолетняя мерзлота и подземные льды Кунгурской пещеры // Проблемы геометеорологии и аккумуляции зимнего холода. Свердловск, 1990.
3. Дорофеев Е. П. Взаимосвязь температуры воздуха, горный пород и подземных вод Кунгурской пещеры // Проблемы геометеорологии и аккумуляции зимнего холода. Свердловск, 1990.
4. Ежов Ю. А., Дорофеев Е. П., Лукин В. С. Наводнения районе города Кунгура (их причины, динамика, прогнозирование и меры борьбы с ними). Пермь, 1990.
5. Лукин В. С. Наблюдения над воздушным режимом закарстованных массивов на примере Кунгурской ледяной пещеры // Труды института геологии УФ АН СССР. Свердловск, 1962. Вып. 62.
6. Мавлюдов Б. Р. Оледенение пещер Урала // Материалы гляциологических исследований. М., 1988. Вып. 61.
7. Мавлюдов Б. Р. Таяние снега и льда в карстовых полостях // Материалы гляциологических исследований. М., 1988. Вып. 64.
8. Мавлюдов Б. Р. Снежно-ледяные образования пещер — показатель современных природных условий горного региона // Материалы гляциологических исследований. М., 1993. Вып. 76.
9. Ходаков В. Г. Водно-ледовый баланс районов современного и древнего оледенения СССР. М.: Наука, 1978.

**К. А. Горбунова, Е. П. Дорофеев, И. И. Минькевич**  
Пермский университет, Кунгурский стационар ГИ УрО РАН

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ СУЛЬФАТНЫХ ПОРОД ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ В КУНГУРСКОЙ ПЕЩЕРЕ**

Прогнозирование развития карстового процесса основывается на знании закономерностей растворения пород в карстующемся массиве. Лабораторные эксперименты, как правило, не дают возможности учитывать фактор времени. Поэтому в 1983 г. в Кунгурской пещере Пермским университетом и Кунгурским стационаром начато экспериментальное изучение процесса растворения гипса и ангидрита подземными водами в обстановке, типичной для района интенсивного сульфатного карста. Проводимые в пещере многолетние режимные метеорологические, гидрометрические и гидрохимические наблюдения позволяют проследить влияние на процесс растворения ряда факторов в течение длительного периода.

Кунгурская ледяная пещера находится на северо-восточной окраине г. Кунгура, в массиве, расположенном на правом берегу р. Сылвы [6]. Поверхность массива, представляющего собой междуречье Сылвы и ее притока Шаквы, поднимается на 80—86 м над урезом рек. Вход в пещеру

оборудован в основании крутого склона на уровне поверхности первой надпойменной террасы р. Сылвы, на 6 м выше ее уреза. Ширина террасы против входа в пещеру достигает 120 м. В 0,3 км к западу от входа терраса выклинивается, и р. Сылва подходит к коренному уступу. Во время высоких паводков терраса и низкие участки пещеры затопляются.

**Геологические условия.** Пещера расположена на западном крыле Уфимского вала, где породы падают на северо-запад под углом около 40'. Карстовый массив сложен иренским горизонтом, залегающим на доломитах и известняках филипповского горизонта кунгурского яруса. Иренский горизонт состоит из чередующихся гипсоангидритовых и известняково-доломитовых пачек (рис. 1). У входа в пещеру обнажаются нижние пачки.

Поверхность коренных пород покрыта обвальными карстовыми отложениями из обломков сульфатных и карбонатных пород с глинистым заполнителем мощностью до 10 м и более. Выше залегают элювиально-делювиальные суглинки, глины, супеси мощностью до 12 м. Отложения первой надпойменной террасы р. Сылвы — суглинки, глины, доломитовый щебень с гравием и галькой — имеют мощность до 13 м.

Нижнепермские породы расчленены сетью литогенетических, тектонических и экзогенных трещин. Преобладающее простирание трещин северо-западное — 335° — и северо-восточное — 55°. По трещинам проявляется гипсотизация ангидрита. В гипсах наблюдаются микро- и мезоскладки, а в ангидритах местами отмечены «зоны дробления». В гипсах и ангидритах ледянопещерской пачки сформировалась система горизонтальных ходов общей протяженностью исследованной части 5,7 км. В местах повышенной инфильтрации возникли органые трубы. Разведано 40 незаполненных и 76 заполненных органых труб. В пещеру по трубам поступают рыхлые покровные и обвальные отложения, которые нагромождаются в гротах в виде конусовидных, глинисто-глыбовых осыпей.

Надпещерное поле площадью 0,37 км<sup>2</sup> включает 138 карстовых воронок, поглощающих значительную часть выпадающих атмосферных осадков. Среднегодовое количество осадков за последнее десятилетие составляет 497 мм. Максимум их приходится на летний период. Снег, мощность которого в среднем 0,5 м, сходит в начале апреля, задерживаясь в воронках до конца мая — середины июня.

**Гидрогеологические условия.** Пещерный массив, сложенный сульфатными и карбонатными породами, относится к придолинному гидродинамическому типу.

Ярус	Горизонт	Свита	Колонка	Мощность, м	Литология (пагга)	М. пагги
Уфимский	Соликамский	Соликамская		0 -	Песчаники, аргиллиты, известняки, доломиты	
				>10		
Кунгурский	Иренский	Иренская		53-70	Гипсы с прослоями аргиллита до 3 м и доломита (лунежская)	7
				4-12		
				20-28	Гипсы с прожилками доломита и аргиллита (демидовская)	5
				3-5	Доломиты (елкинская)	4
				8-30	Гипсы с прослойками доломита, глины (шалашнинская)	3
				3-15	Доломиты (неволинская)	2
				20-30	Ангидриты, гипсы с прожилками доломита (ледянопещерская)	1
					Филипповский	Филипповская
Артинский	Саранинский	Шуртасовская		0-25	Известняки глинистые, пелитоморфные	
		Сыдовская		0-66	Органогенные известняки	
	Сарганский	Камойская		>25	Переслаивание кремных известняков и доломитов	

Рис. 1. Сводный литолого-страгиграфический разрез пермских отложений в окрестностях г. Кунгура по данным пермских геологов

В нем выражены зоны поверхностной, вертикальной, переходной (сезонных колебаний) и горизонтальной (горизонт карстовых вод) циркуляции. В зоне поверхностной циркуляции дождевая и талая снеговая вода стекает в карстовые воронки и котловины, где поглощается трещинами и понорами или инфильтруется через рыхлые отложения. В зоне вертикальной циркуляции, мощность которой достигает 85 м, инфильтрационные воды движутся по трещинам и закарстованным зонам ниже днищ воронок и котловин в гипсоангидритовых и карбонатных пачках. Смешиваясь с конденсационными водами, они образуют капель из органических труб и трещин в сводах.

Горизонт карстовых вод (зона горизонтальной циркуляции) формируется в трещинах и полостях на контакте ангидритов и гипсов ледянопещерской пачки с подстилающими филипповскими доломитами. Часть полостей заполнена рыхлыми водопроницаемыми отложениями. Незаполненные участки, расположенные ниже уровня подземных вод, представляют собой подземно-проточные озера, которых известно более 50. Наиболее крупное оз. Большое имеет поперечник 38 м, глубину — до 3 м.

В межень уклон карстовых вод к реке составляет в средней 0,5—0,7 м на 1 км. В паводок устанавливается обратный уклон, и речная вода проникает в карстовый массив [8], что приводит к повышению уровня озер на 2—4 м в зависимости от высоты и продолжительности паводка, а также удаленности от реки. Наблюдается запаздывание подъема вод в пещере по сравнению с рекой от нескольких часов до нескольких дней. В ходе экспериментов с использованием флюоресцеина установлено, что речная вода поступает в пещеру через грот Вышка, попадая затем в гроты Великан и Длинный и далее на северо-восток. При низком уровне воды, когда озера разобщены, она фильтруется через глыбово-глинистые отложения.

**Гидрохимические условия.** Гидрохимический фон пещеры охарактеризован на основе более чем 500 химических анализов. Впервые сульфатно-кальциевый состав вод подземных озер и льда был установлен Г. А. Максимовичем [10]. Режимные гидрохимические наблюдения осуществляют сотрудники Кунгурского стационара. Неоднократное гидрохимическое обследование вод и льда проводили сотрудники геологического факультета Пермского университета. Гидрохимические материалы были систематизированы В. Н. Дублянским и др. [8].

Карстовый массив и пещера характеризуются преобладанием сульфатно-кальциевых гидрохимических фаций. Летом 1983 г. в пещере был начат эксперимент по изучению растворимости гипса и ангидрита. Одновременно отбирались пробы воды и льда на химический анализ. Минерализация атмосферных осадков и снега в районе пещеры составляла в среднем 25—30 мг/л. В зоне вертикальной циркуляции минерализация инфильтрационных и конденсационных вод увеличивается в результате растворения главным образом сульфатных пород и у капли колеблется в пределах 0,7—2,3 г/л при преобладании сульфата кальция. Минерализация озерных вод достигает 2,1—2,3 г/л. Аналогичный состав и минерализацию 2,2 г/л имеет вода из скважины в гроте Руины. Лед колонн и сталактитов отличается также высокой минерализацией (1,9 г/л) и сульфатно-кальциевым составом. Несколько меньшей минерализацией (1,8 г/л) обладает лед на поверхности озер. Наименее минерализованы ледяные кристаллы (122,5 мг/л).

Основным процессом формирования химического состава трещинно-карстовых и озерных вод является растворение сульфатных и в меньшей степени карбонатных пород.

По данным химических анализов воды и льда, взятых 27 ноября 1982 г., определен дефицит насыщения сульфатом кальция снега, льда и воды из пещеры и р. Сылвы по методике В. П. Зверева [9] с использованием номограммы, составленной В. П. Костаревым для вод с минерализацией менее 3 г/л. Наибольший дефицит установлен для снега, ледяных кристаллов и речной воды. Вода озер и капли насыщена сульфатом кальция, а вода в скважине грота Руины насыщена им недостаточно. Как показали режимные наблюдения, дефицит насыщения карстовой воды сульфатом кальций изменяется по сезонам года.

**Постановка и ход эксперимента.** С целью изучения процесса растворения пород карстовыми водами, близкими к насыщению их сульфатом кальция, был осуществлен продолжительный эксперимент [1—5, 7]. Образцы монолитных, но подвергнутых выщелачиванию и выветриванию, гипсоангидритовых пород иранского горизонта кунгурского яруса размером около 5×5×1,5 см были подвешены на капроновой леске в озере грота Длинный на глубине 0,5—0,7 м. Минеральный состав образцов определялся рентгенометрически. Описание шлифов выполнено З. А. Созыкиной.

Образец I. Ангидрит (90%) с примесью гипса (10%) голубовато-серый из обнажения в пос. Посад. Структура гетеробластовая, радиально-лучистая, включает различные по величине зерна ангидрита. Наиболее крупные призматические зерна группируются вокруг некоторых центров. Гипс образует тонкие прожилки, состоящие из тонкоигольчатых индивидов. Визуально по поверхности образца местами выделяются более темные пятна и микротрещины, залеченные гипсом.

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

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

Образец IV. Ангидрит (92%) с доломитом (8%) голубовато-серый, пятнистый из скважины в г. Кунгуре. Структура гетеробластовая, состоит из зерен ангидрита, разных по величине. Около 50—60% массы образуют мелкие, 0,01—0,02 мм, зерна ангидрита, отмечаются также зерна, агрегаты ангидрита размером до 3 мм. Форма зерен неправильная, реже — призматическая, удлиненная, брусковидная. Карбонаты — доломит в виде пылеватой агрегатной массы — располагаются неравномерно вдоль трещинок.

Взвешивание образцов производилось перед установкой 1 июня 1983 г. и в последующие периоды после одно-двух-дневного высушивания при комнатной температуре (табл.). За время наблюдения вес всех образцов уменьшился на 27,49—50,95% (рис. 2).

Растворение плиток происходило в сульфатно-карбонатной воде, минерализация которой изменялась от 2,0 до 2,7 г/л, содержание сульфатного иона — от 1,3 до 1,7 г/л.

С повышением минерализации на поверхности озера появлялись кальцитовые образования в виде пятен или сплошной пленки, включающие редкие кристаллы гипса. Температура воды составляла от 3,0 до 4,4°C при температуре воздуха от 2,9 до 4,4°C. Эти параметры подвержены сезонным изменениям, зависящим от условий питания трещинно-карстовых и озерных вод.

### Абсолютная потеря веса образцов с 1 июня 1983 г. по 1 октября 1992 г.

Дата	I Ангидрит 90% Гипс 10%	II Гипс (100%)	III Ангидрит 82% Доломит 18%	IV Ангидрит 92% Доломит 8%
1.06.83	100.9636	92.3614	110.2342	113.9720
10.11.83	100.4522	91.9752	109.0132	112.3728
30.03.84	99.8287	91.6307	107.6630	110.5677
8.06.84	98.7955	90.8344	107.0830	109.4317
1.10.84	97.8481	90.3911	105.7921	107.7184
4.03.85	94.2186	87.1422	104.1255	104.6409
30.09.85	91.1629	85.0994	101.6628	101.0951
17.03.86	90.4937	84.9178	99.6753	98.1723
30.09.86	87.5794	82.79525	98.0610	93.8727
20.03.87	84.5596	80.4315	91.9900	89.3744
21.07.87	82.0974	78.6943	89.5836	86.3326
8.04.88	81.1600	78.4366	86.6943	82.6051
20.10.88	79.2598	77.3177	83.9512	79.3510
24.04.89	78.6269	77.1969	80.9952	76.6878
23.04.90	76.2141	76.0086	74.3854	70.6522
26.10.90	73.4125	73.6543	71.8369	67.8001
25.10.91	68.1438	69.2694	66.6990	61.6411
11.10.92	65.3045	66.9663	62.9906	55.8994

По данным режимных наблюдений выделяются периоды весеннего подъема уровня воды, связанные с паводком на р. Сылве и таянием снега, и осеннего связанного с инфильтрацией летних и осенних осадков в массив. Весенним периодам соответствует снижение минерализации и содержания сульфат-иона в результате смешения с менее минерализованными речными водами, зимним — некоторое повышение минерализации благодаря подтоку трещинно-карстовых вод из глубинных частей массива. В начальный период, равный 2,3 года, вес всех образцов уменьшился на 9—13% (рис. 2). Поверхность образцов гипса (II) при высыхании покрылась мучнистым налетом, прожилок серого цвета несколько выступил. Ангидрит с гипсом (I) был осложнен микрокаррами. На образцах ангидрита с доломитом (III, IV) отмечены каверны с поперечником 1—3 см и глубиной 2—5 мм, более крупные — на образце IV.

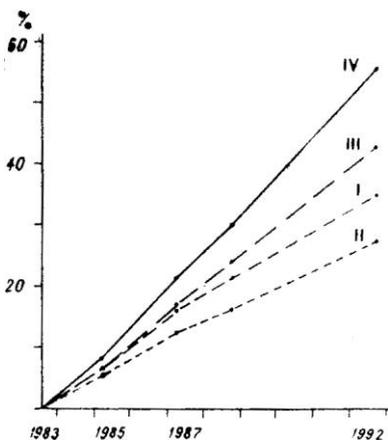


Рис. 2. Потеря веса образцов (в %) за период наблюдений

В последующие периоды рельеф поверхности образцов становился контрастнее.

В условиях низких температур относительная скорость растворения ангидрита с доломитом (III, IV) в сульфатных йодах в 1,7—2,4 раза больше, чем гипса (II). Процессы растворения гипса и ангидрита носят сезонный характер и «контролируются» изменением величины дефицита насыщения воды сульфатом кальция. В гидродинамических зонах карстовых вод выделяется ряд гидрогеохимических подзон с различным характером процесса растворения. В верхней подзоне небольшой мощности процессы растворения всецело зависят от климатических факторов: количества осадков, их распределения в течение года, температурных условий. Наибольшей интенсивности эти процессы достигают весной при таянии снега, летом и осенью при выпадении осадков, а зимой, когда рассматриваемая подзона промерзает, они затухают. В нижележащей подзоне нисходящей циркуляции воды, характеризующейся более постоянными температурами, незначительным их изменением, процессы растворения обусловлены характером водопроводящих путей и скоростью фильтрации. В мелких трещинах вода, насыщаясь сульфатами, отлагает гипс и залечивает эти трещины. Наиболее активно растворение протекает в закарстованных зонах ниже дна котловин и воронок, влияние которых прослеживается до пещерного горизонта. В этой подзоне возрастает роль конденсационной влаги. Ряд исследователей [8] предполагают, что весь объем воды конденсационно-инфильтрационного стока зоны вертикальной циркуляции участвует в процессе растворения.

Необходимо учитывать, что часть воды, попадающей в массив, оказывается связанной с ангидритом при гидратации, одновременно с растворением по мере повышения концентрации воды происходит выпадение из раствора гипса и «залечивание» трещин. В условиях ветрового режима в массиве часть влаги может испариться.

В гидрохимической зоне трещинно-карстовых вод, близких к насыщению их сульфатом кальция, процессы растворения гипса и ангидрита протекают постоянно, активизируясь в весенне-летний период.

Аналогичный эксперимент осуществлен на метеостанции. В условиях земной поверхности под воздействием атмосферных осадков гипс растворяется интенсивнее ангидрита (с доломитом). Процессы растворения гипса и ангидрита на поверхности и в пещере сопоставимы по интенсивности и отражают высокую активность карстового процесса.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбунова К. А., Минькевич И. И. Изучение растворимости гипсо-ангидритовых пород в условиях Кунгурской пещеры // Методика изучения карста: Тез. докл. Всес. науч.-тех. совещ. Пермь, 1985. С. 39—10.
2. Горбунова К. А., Дорофеев Е. П., Максимович Н. Г. и др. Исследование процесса растворения гипсоангидритов в условиях Кунгурской пещеры // Пещеры, Методика изучения. Пермь, 1986. С. 39—47.
3. Горбунова К. А., Дорофеев Е. П., Минькевич И. И. и др. Исследование процесса растворения гипса и ангидрита в пещере Я Карстолого-спелеологические исследования, использование и охрана закарстованных территорий и пещер Западного Кавказа: Тез. докл. II регион, карст.-спелеол. совещ. Сочи, 1988. С. 66—67.
4. Горбунова К. А., Дорофеев Е. П., Минькевич И. И. Использование пещер при изучении процессов зоны выветривания // Карст Алтае-Саянской горной области: Тез. докл. Всес. науч.-практ. конф. Барнаул, 1989. С. 30—31.
5. Горбунова К. А., Дорофеев Е. П., Минькевич И. И. Натурные исследования растворимости гипса и ангидрита в Кунгурской пещере // Минералы и отложения пещер и их практическое значение: Тез. докл. совещ. Пермь, 1989. С. 53—54.
6. Дорофеев Е. П. Провалы Ледяной горы // Карст и гидрогеология Предуралья. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1979. С. 49—53.
7. Дорофеев Е. П., Горбунова К. А., Минькевич И. И. Натурные методы исследования растворимости карстующихся пород // Изучение и использование карста Западного Кавказа: Мат. III регион, карст.-спелеол. совещ. Сочи, 1991. С. 33—34.
8. Дублянский В. Н., Дорофеев Е. П., Бородаева Л. А. Гидрохимия Кунгурской ледяной пещеры / Симферопольский ун-т. Симферополь, 1984. 85 с. Деп, в УкрНИИНТИ 30.03.84, № 603 Ук—84.

9. Зверев В. П. Гидрохимические исследования системы гипсы — подземные воды. М.: Наука, 1967. 100 с.
10. Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. К характеристике вод подземных озер // Докл. АН СССР. 1941. Т. 31, № 1. С. 26—28.

**С. Э. Пашенко, В. Н. Андрейчук, Ю. В. Дублянский**  
Институт минералогии и петрографии СО РАН, Кунгурский стационар  
Горного института УрО РАН

## **АЭРОЗОЛИ В КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЕ**

### **Введение**

Представления об аэрозольных характеристиках пещерной атмосферы базируются прежде всего на теоретических построениях и расчетах [2]. Редкие экспериментальные работы [3, 4], как правило, дают возможность судить об аэрозолях лишь через другие параметры: изменение оптических свойств подземной атмосферы (эффект Тиндаля), содержание аэроионов, минерализацию влаги, конденсируемой на холодную поверхность и т. п.

Нами экспериментально изучались аэрозольные частицы в Кунгурской ледяной пещере. Концентрация частиц определялась при помощи фотоэлектрического счетчика АЗ-6 (7 диапазонов размеров частиц) и приставки АЧ-32 (до 65 диапазонов). В отдельных точках проводился отбор частиц на специальные подложки, при помощи вакуумного отборника для дальнейшего анализа под электронным микроскопом [1]. Проведенные исследования позволили выявить некоторые закономерности распределения и миграции аэрозолей в пещере.

### **Распределение аэрозолей по высоте в гротах с температурной стратификацией воздуха**

Рассмотрим распределение аэрозолей на примере грота Вышка. В его дальней части у выходного тоннеля расположена глыбово-щебнистая осыпь высотой до 18 м. Разрез этой части грота с точками замеров (обозначены цифрами) показан на рис. 1.

Холодный воздух в зимнее время втекает в грот через выходной тоннель и движется вдоль подножья осыпи в глубь пещеры. В момент изучения (март 1989 г.) температура воздуха составляла — 2,0°С.

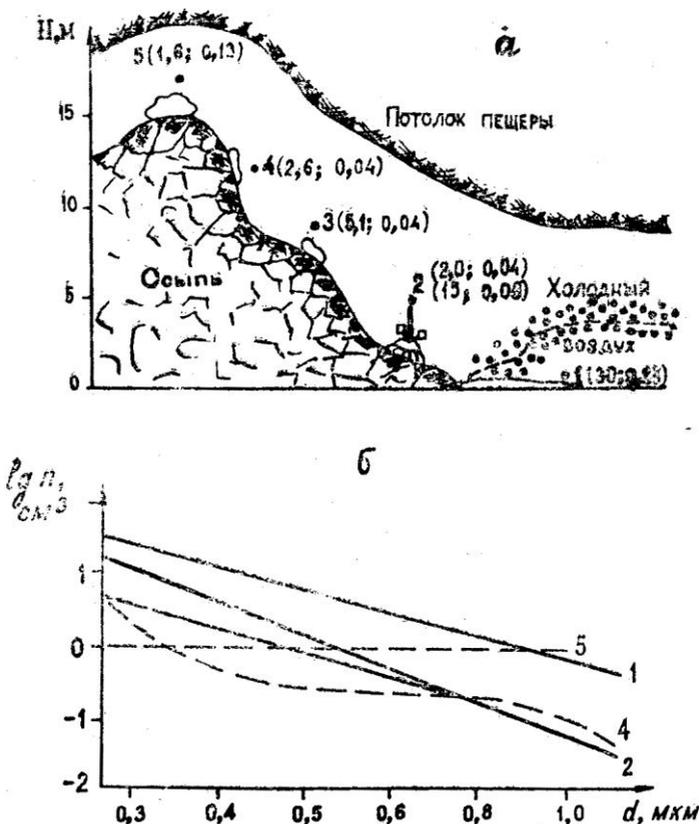


Рис. 1. Схематический разрез осыпи в гроте Вышка: а — точки опробования: 1—5 — точки отбора (в скобках: первая цифра — концентрация частиц —  $\text{см}^{-3}$  — размером 0,3 мкм, вторая — 0,8 мкм); б — интегральная концентрация аэрозоля в зависимости от его размера по мере подъема на осыпи в гроте (цифры на кривых соответствуют номерам точек отбора)

По мере поднятия вверх по осыпи температура повышалась, достигая на вершине осыпи  $2,5^{\circ}\text{C}$  (градиент  $0,4^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^{-1}$ ). Над осыпью в пределах купольного свода наблюдалась своеобразная «теплая шапка». Исследования прошлых лет, а также наши наблюдения свидетельствуют о типичности этого микроклиматического явления для холодной и переходной частей пещеры в холодное время года.

Холодной части грота свойственны высокие концентрации аэрозолей и значительная их пульсация (40%). Частично пульсация связана с экскурсиями, когда в течение 1—2 мин через грот проходит до 100 человек. Повышение концентрации, однако, не очень значительно, обычно в 2—3 раза для частиц диаметром 0,3 мкм на расстоянии до 5 м от тропы. Через 5—

10 мин концентрация частиц восстанавливается до фоновой для данной точки. Отметим, что вывод о незначительном влиянии экскурсий на аэрозольное загрязнение пещеры относится к зимнему времени, в основном к входным гrotам, где атмосферные аэрозоли преобладают. Влияние экскурсий в летнее время должно обсуждаться отдельно.

В условиях интенсивного воздухообмена время от времени возможны прорывы холодного воздуха сквозь инверсионный слон и поступление аэрозолей в нижнюю часть «теплой шапки». С этим связана значительная пульсация концентраций в точке 2 — до 20%. Однако значительный градиент температуры с высотой обеспечивает локализацию таких прорывов инверсионного слоя и на высоте 10 м флуктуация концентраций достигает минимума (7%).

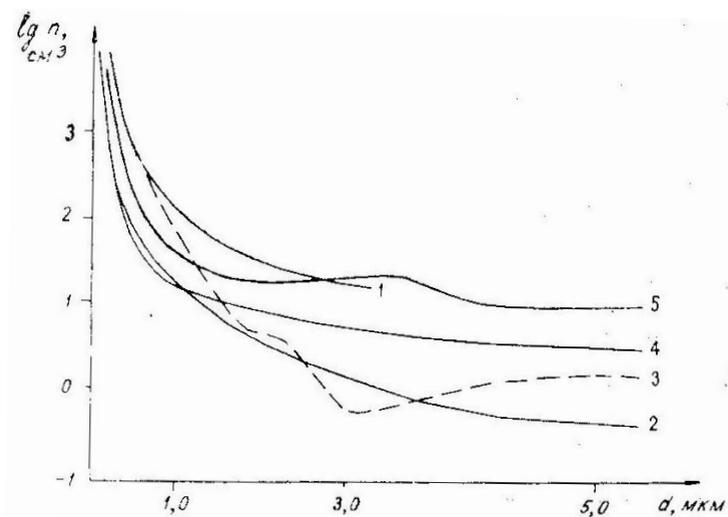


Рис. 2. Дифференциальное распределение частиц по размерам в гроте Вышка (цифры кривых соответствуют номерам точек отбора, см. рис. 1а)

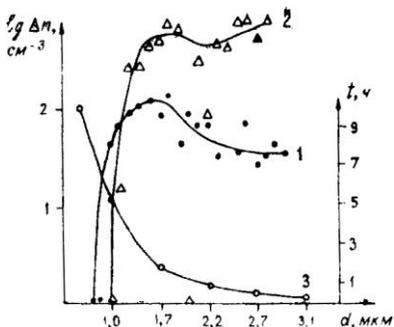


Рис. 3. Превышение над фоном числа частиц, появившихся в воздухе после вибрационного возбуждения соседних каменных блоков (1); блока, под которым находился счетчик (2); кривая 3 — время, за которое седиментирует аэрозоль данного размера с высоты 1 м в спокойной атмосфере.

Изменение концентрации и распределение частиц по размерам в точках 3—5 обусловлено другими факторами. Основная особенность спектров (рис. 2) в этих точках состоит в постепенном увеличении концентрации частиц больших размеров. Для точки 3 (и кривой 3) такое увеличение начинается при диаметре 3 мкм, для кривой 4 — при диаметре 1,5 мкм, для кривой 5 — при диаметре 0,8 мкм. Причем суммарная концентрация частиц диаметром 0,3 мкм и более уменьшается с высотой (рис. 1а).

Разобраться в происходящих процессах нам позволили данные электронной микроскопии, образцы для которой отбирались в точках 1—5. Выяснилось, что аэрозольные частицы верхней части осыпи являются активными адсорбентами влаги. По данным электронной микроскопии доля обводненных частиц размером 0,3 мкм и более превышает в данном случае 70%.

Таким образом, группы кривых 1,2 и 3—5 различаются тем, что в первом случае это пористые фрактальные частицы, а во втором — пористые структуры, наполненные адсорбированной водой.

По происхождению и составу изученные в гроте Вышка аэрозоли являются в основном частичками сажи, приносимой о пещеру воздушным потоком (в зимнее время в г. Кунгура действует множество котельных и печей).

### Пещерные своды как естественный источник аэрозолей

Измерения, проведенные в Кунгурской пещере в различные времена года, показали, что аэрозоль поступает туда из внешней атмосферы (особенно в большом объеме в зимнее время года) и благодаря многочисленным экскурсиям (в летнее время значение этого фактора возрастает во много раз). Но является ли сама Кунгурская пещера источником аэрозолей? Одним из возможных механизмов их появления может служить отрыв маленьких частиц породы от потолка и, частично, от стенок, особенно имеющих отрицательный уклон. Верхняя оценка, полученная с помощью вакуумного

отборника, показывает, что число естественных пещерных аэрозолей размером более 1—2 мкм составляет  $10^{-1}$ — $10^{-2}$  част•см<sup>-3</sup> воздуха.

Для более точного решения этого вопроса применялись седиментационные ловушки с сверхчистыми кремниевыми фильтрами и производились эксперименты с использованием искусственной вибрации. Фотоэлектрический счетчик устанавливался под одним из каменных блоков в гроте Длинный (центральная часть пещеры, влажность более 80%). Ударами металлической сваи с частотой 1 Гц по другим каменным блокам и по краю того, под которым находился счетчик, вызывали микросейсмические колебания. Соответствующие данные представлены на рис. 3. Видно, что колебание потолочных плит приводит к появлению в воздухе значительного числа частиц размером более 1 мкм при отсутствии более мелких частиц. Концентрация превышает фоновую для размеров частиц с данным диапазоном на несколько порядков (на рис. 3 показано абсолютное превышение концентрации над фоном).

Частицы «потолочного» аэрозоля, судя по электронно-микроскопическим снимкам, имеют резкие края обломов и однородную плотность. Как видно на рис. 3 (кривая 3), частицы диаметром около 1 мкм седиментируют за несколько часов, а диаметром 3 мкм — за первые десятки минут. Поэтому привнесение частиц таких размеров из внешней атмосферы через входные тоннели представляется маловероятным, так как линейная скорость воздуха в коридорах этой центральной части пещеры по экспериментальным данным не превышает 10 см•с<sup>-1</sup>.

В летнее время в гроте Длинный концентрация аэрозолей размером более 1 мкм составила около  $10^{-3}$  част•см<sup>-3</sup>. С учетом седиментационной скорости ( $V_g$ ) около 0,05 см•с<sup>-1</sup> для частиц диаметром 3 мкм и плотностью ( $\rho$ ) 2 г•см<sup>-3</sup> определим массовый поток вещества с потолка на пол пещеры:

$$M = \frac{\pi}{6} d^3 V_g n \rho = 10^{-15} (\text{г} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}).$$

За год  $M$  достиг  $3,2 \cdot 10^{-8}$  г•см<sup>-2</sup>год<sup>-1</sup>, что дает толщину слоя около 2 Å, а за 100 лет — всего 0,02 мкм.

Другими словами, массоперенос веществ с потолка на пол пещеры в этом диапазоне размеров абсолютно ничтожен. Соответственно ничтожна и доля аэрозолей такого происхождения среди пещерных отложений даже в случае резкого увеличения потока микрочастиц с потолка, например, при землетрясении, обрушении сводов и т. п.

Падение частиц с потолка связано со свойствами боковых пород. Например, вибрационные эксперименты в Березниковской шахте (в помещении подземной лечебницы) не обнаружили увеличения числа частиц размером более 1 мкм даже при весьма интенсивной вибрационной нагрузке. Общее число частиц размером более 1 мкм в подземной лечебнице в сотни раз выше, чем в гроте Длинный. Это связано в первую очередь с большой скоростью перемещения воздуха около основного ствола шахты и отслаиванием частиц от стенок и потолка шахтных выработок.

### **Толща пород над Кунгурской пещерой как аэрозольный фильтр**

Кунгурская пещера сообщается с наружной атмосферой посредством многочисленных трещин, микротрещин и каналов. Почти вся поверхность Ледяной горы в зимнее время окутана паром, так как теплый воздух из глубины пещеры (+5°C) выходит наружу (—15—30°C). В летнее время холодный воздух поступает из пещеры вдоль подножия и склонов Ледяной горы, а теплый проникает внутрь через трещины и каналы с вершинной поверхности горы.

С использованием аэрозольной аппаратуры и генераторов (источников) аэрозолей были проведены непосредственные эксперименты по определению фильтрующих характеристик некоторых участков Ледяной горы. В октябре 1990 г. осуществлен эксперимент над Полярным гротом (переходный режим воздухообмена пещеры). Измерения проводились в боковой трещине, расположенной на 40 м выше входного тоннеля. Распределение частиц по размерам для атмосферного аэрозоля и воздуха в глубине щели (в 1,5 м от вертикальной поверхности скального блока) показано на рис. 4. Спектры распределения их подобны, однако абсолютное содержание аэрозоля в щели меньше атмосферного в 5 раз.

Детальное исследование экспериментальных данных, полученных в щели, позволило частично смоделировать поведение аэрозолей в приповерхностном слое подземной атмосферы.

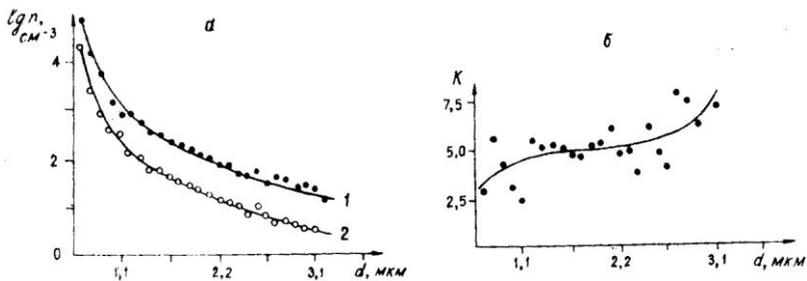


Рис. 4. Поведение аэрозоля в щели во время «фильтрационного» эксперимента (октябрь 1990 г.): *a* — дифференциальное распределение частиц в атмосферном воздухе (1) и внутри щели (2) на глубине 1,5 м; *б* — коэффициент эффективности осаждения аэрозольных частиц разного размера внутри щели на глубине 1,5 м

Как видно из рис. 4б, в щелях с такими параметрами уже на глубине 1,5 м атмосферный аэрозоль очищается на 80%.

Для определения общей фильтрующей характеристики пород был проведен следующий эксперимент. В гроте Полярном, над которой расположена исследуемая щель, сжигался шланг, который при горении образует аэрозоль с хорошо известным распределением частиц по размерам [1]. Фрактальными свойствами он близок к зимнему аэрозолю Кунгурской пещеры, образуемому при сжигании угля в котельных г. Кунгура. Сгорание шланга обусловило концентрацию аэрозоля  $10^7$  част·л<sup>-1</sup> не только в гроте Полярном, но и в гротах Данте, Бриллиантовом, в районе старого естественного входа. Однако изменений в аэрозольной составляющей щели это не повлекло за собой — концентрация и дисперсный состав аэрозоля остались прежними. Данное явление объяснимо. Тридцатиметровый слой породы, да еще в условиях слабо развитого конвективного переноса (из-за мелкого градиента температуры в это время года) служит отличным фильтром. Даже в летнее время, в условиях максимального обмена воздуха, при проведении экспериментов в другой щели у входного тоннеля, где слон породы меньше 10 м, коэффициент фильтрации толщи составил 100 и более.

Выборочные (по отдельным направлениям) исследования пока не позволяют очертить весь круг вопросов, связанных с аэрозолями пещер. Однако уже сейчас ясно, что эта проблема многогранна.

Кроме того, она имеет отношение к различным аспектам спелеоисследований — микроклиматическим, седиментологическим, минералогическим, медико-биологическим и т. д.

Авторы благодарят за помощь в проведении исследований И. А. Лаврова, И. И. Яцыну, Л. Н. Карнаухова, Е. П. Дорофеева.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пащенко С. Э., Сабельфельд К. К. Атмосферный и генный аэрозоль. Новосибирск: Изд-во ВЦ СО РАН. 1992. Ч. 1.
2. Gadoros M., Cher F. Aerosols in caves—Theoretical consideration // Proc. of 9 th Int. Congr. of Spel. Barselona, 1986. Vol. 2.
3. Homza S., Rajrnan L., Roda S. Vznik a vyvoj krasoveho fenomenu Ochtinskej aragonitovej jaskine // Slovensky kras. 1970. (In Slovak).
4. Spumy Z. Small ions in the cave atmosphere // Comrn. of Int. Simp. on Phys., Chem. Hydrol. Research of Karst. Liptovsky Miculas, 1989.

#### **В. С. Лукин, Е. П. Дорофеев**

Кунгурский стационар ГИ УрО РАН

### **ПОИСКИ, СЪЕМКА И РАБОТЫ ПО БЛАГОУСТРОЙСТВУ В КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЕ**

Первые сведения о Кунгурской пещере относятся к 1578—1579 гг., когда Ермак перед походом в Сибирь находился на р. Сылве. Существует легенда о зимовке его дружины близ пещеры. Память о Ермаке сохранилась также в названиях старинного городища, береговых скал и деревни Хутора Ермаковы. Однако местонахождение стоянки (или стоянок) казачьей дружины неизвестно.

Ермаково городище расположено на высоком, обрывистом берегу Сылвы над старым, естественным входом в пещеру, а в 0,4 км к западу можно увидеть другое городище. Под ним в основании берегового склона выходит подземная галерея, засыпанная в результате обвала. В эту галерею удалось проникнуть со стороны грота Вышка. Задымленные своды, утопанный пол и найденные здесь берестяные факелы свидетельствуют о том, что прежде галерея была одним из входов в пещеру.

Оба городища обследованы Камской археологической экспедицией. Найденные здесь железные и костяные наконечники стрел, а также обломки посуды отнесены В. А. Обориным к Сылвенской культуре древних остяков и датированы IX—XI вв.

Часто наблюдающееся соседство городищ и пещер по берегам Сылвы нельзя назвать случайным. Холодные пещеры играли важную роль в хозяйственной жизни охотничьих племен, связанной с сезонной заготовкой мяса и рыбы [6]. Можно поэтому утверждать, что Кунгурская пещера была известна аборигенам Сылвенского края задолго до появления здесь русских (XVI в.) и татар (XV в.).

Пещера служила убежищем для первых русских поселенцев во время набегов башкир и татар, а также использовалась для религиозных обрядов. На плане Кунгурской пещеры, составленном в 1703 г. С. У. Ремезовым [11], в разных местах можно увидеть изображение креста и иконы. Отсюда следует, что уже в то время местные жители посещали большую часть известных нам галерей.

В августе 1770 г. академик И. И. Лепехин [5] составил описание Главного хода пещеры до Большого подземного озера. Сравнив это описание с последними съемками, можно заметить, что размеры первого грота заметно уменьшились вследствие обвалов. Между гротами Крестовый и Руины, а также под устьями органных труб вдоль западной стены грота Руины появились высокие конические осыпи. Грот Лепехина [3] к западу от грота Метеорного заполнился обрушившимися глыбами и блоками ангидрита до 10 м и более в поперечнике. Высокая интенсивность обвалов объяснялась морозным выветриванием на границе холода. Ледяные «столбы» и ледяные «горы» встречались во второй половине XVIII в. вплоть до грота Метеорный, местами затрудняя прохождение.

В 1848 г. профессор Казанского университета М. Я. Киттары [4] составил план и описание пещеры до Большого подъемного озера. В то время была еще доступна северо-восточная галерея, начинающаяся от первых гротов, и был известен обходной путь в направлении грота Геологов.

Академик И. С. Поляков в 1879 г. посетил пещеру с целью археологического изучения. От Большого озера Полякова провели через гроты Колизей и Смелых. Его спутники от грота Геологов выходили на западный берег Большого озера.

В последующем, до начала 30-х гг. XX в., поисково-съемочные работы в пещере не велись. Проходы в юго-восточную галерею из 6 гротов, а также из гроты Смелых и Западный были перекрыты обвалами.

Осмотр пещеры ограничивался Главным ходом до Большого озера и в редких случаях — Нижайшими заозерными гротами. В архиве экскурсионной базы сохранился глазомерный план пещеры от Большого озера до грота Грозный на юг и до конца грота Длинный на юго-запад. На плане выделены участки стен, сложенные ангидритом и глыбовыми отложениями. План составлен предположительно в начале 30-х гг. геологом П. С. Шейным, который работал в Кунгурском и Кишертском районах.

В 1934—1935 гг. в районе Кунгурской пещеры карстовая группа Гидростройпроекта (Ленинград) вела изыскания и связи со строительством Камской гидроэлектростанции. В основании плотины скважинами вскрыты те же сульфатные породы кунгурского яруса, в которых образовалась Кунгурская пещера. Топографический отряд составил карту надпещерного участка в масштабе 1:5000. Съёмка была продолжена до р. Шаквы, поскольку предполагалось частичное поглощение речных вод и переток их в р. Сылву. Именно воздействием Шаквы объясняли некоторые исследователи большую закарстованность Ледяной горы и необычно крупные размеры подземных полостей. Была выполнена также полуинструментальная съёмка Кунгурской пещеры в масштабе 1:1000. Одновременно велись раскопки засыпанных и поиски неизвестных галерей.

Сотрудники экспедиции В. М. Хлебников и М. И. Гаврилов разобрав завалы, прошли в августе 1934 г. через гроты Западный и Геологов на западный берег Большого подземного озера. Вскоре после этого они же расчистили в неустойчивых осыпях проходы в грот Смелых. Метеоролог Юрии Романов, прежде работавший на полярных станциях, и рабочий Кузьма Шемелин после возвращения основного состава экспедиции в Ленинград для зимних камеральных работ остались в Кунгуре, чтобы продолжить режимные наблюдения. Одновременно они по собственной инициативе вели поиски новых ходов, в результате которых были открыты северо-западные ответвления пещеры с огромным гротом Географов а также юго-западная галерея с гротом Вышка. Благодаря двухлетним работам карстовой группы длина Кунгурской пещеры достигла 4,6 км (табл. 1—2). До середины XX в. она считалась самой большой не только на Урале, но и в Советском Союзе [8].

В 1948 г. в Кунгуре был создан Уральский филиал карстово-спелеологической станции Московского университета им. М. В. Ломоносова, в ведение которого были переданы пещера и ее экскурсионная база. С 1952 г. станция находится в системе Академии наук на правах стационара.

Таблица 1

**Съемка плана Кунгурской пещеры**

Год	Вид съемки	Масштаб	Исполнитель
1703	Схематический план, составленный по личным наблюдениям и данным опросов		С. У. Ремезов
1733	Схематический план Главного хода до грота Крестового		И. Г. Гмелин
1848	Глазомерный план Главного хода до Большого подземного озера	1:1700	М. Я. Киттары
1931—1934	Глазомерный план грота Длинный, Заозерной части пещеры и гротов Атлантида и Геологов	1:1500	П. С. Шейн (?)
1934—1935	Полуинструментальный план пещеры	1:1000	Карстовая группа Гидростройпроекта (Ленинград)
1960—1964	Инструментальный план пещеры	1:500	Е. П. Дорофеев (Кунгурский стационар)

Таблица 2

**Длина Кунгурской пещеры**

Год	Общее протяжение обследованных ходов, км	Источник сведений
1848	0,8	М. Киттары
1932	1,2	П. С. Шейн (?)
1935	4,6	И. М. Переслегин
1965	5,6	Е. П. Дорофеев
1983	5,7	Е. П. Дорофеев

Наряду с региональными исследованиями проводится комплексное изучение Кунгурской пещеры.

В 1960—1964 гг. Е. П. Дорофеев [1] составил инструментальный план в масштабе 1:500, на котором показаны 60 водоемов и 64 конусообразных глыбово-глинистых осыпи.

Вслед за этим был разработан совмещенный план надпещерного участка и подземных галерей в том же масштабе с целью изучения взаимосвязи поверхностных и подземных форм. В 1970—1974 гг. Е. П. Дорофеев с помощью студентов землеустроительного отделения Кунгурского сельскохозяйственного техникума составил план южной части Ледяной горы в масштабе 1:2000. В текстовом приложении к плану приведены краткие сведения о 1500 карстовых впадинах. Тем самым был создан полигон для многолетних наблюдений за эволюцией карстового рельефа.

Во время съемки пещеры выявлены неизвестные ходы, в разной степени засыпанные в результате обвалов. Подкопы, сделанные под нависающими стенами, позволили изменить границы гротов. Над крупной осыпью к северу от грота Длинный найден обвальный Космический грот. Еще раньше там же обнаружена низкая, наполовину заполненная водой галерея, соединившая гроты Длинный и Близнецы.

В исследовании пещеры принимали участие спелеологи Урала и Москвы. В 1963 г. аквалангисты Свердловского клуба подводного плавания и спелеологи из г. Челябинска проследили к юго-западу от грота Романтиков затопленную галерею протяжением 40 м. В 1964 г. группа студентов и преподавателей Московского университета во главе с Ю. И. Баулиным раскопала к северу от грота Метеорный проход в грот МГУ. К северо-востоку от гротов Близнецы найден Хрустальный ход, стены которого покрыты крупными кристаллами гипса различной окраски. В 1967 г. студент Свердловского горного института В. Кузнецов и рабочий Ю. Логинов открыли к северо-западу от грота Геологов два не известных прежде грота общим протяжением более 50 м. В 1970 г. тоннель, ведущий в грот Вышка, на расстоянии 40 м от берегового склона вскрыл обвальный свод длиной 40 м и шириной 10 м. В 30 м от него обнаружена еще одна обвальная полость. К 1993 г. известная длина Кунгурской пещеры увеличилась до 5,7 км.

Со второй половины 50-х гг. число экскурсантов, приезжающих в Кунгур, быстро увеличивается (табл. 3). В связи с этим потребовалось улучшить их обслуживание и благоустроить пещеру (табл. 4).

До революции количество посетителей было невелико. Проводников обычно нанимали в с. Филипповское. В 1914 г. Александр Тимофеевич Хлебников, вернувшись в Кунгур после длительной поездки в Северную Америку, взял пещеру в аренду у Филипповского сельского общества и построил небольшую экскурсионную базу.

**Число посетивших Кунгурскую пещеру в 1925—1989 гг.**

Год	Количество экскурсантов	Год	Количество экскурсантов
1925	4000	1967	98000
1940	23000	1975	148220
1955	21760	1980	201181
1960	40100	1989	154300

В рекламном листе, изданном А. Т. Хлебниковым, сообщалось, что пещера открыта для посетителей в любое время дня и ночи. На железнодорожном вокзале приезжающих встречал проводник, одетый в специальную форму. В пещеру допускались группы и одиночки, плата взималась по соглашению, но весьма умеренная. Экскурсантам выдавали специальные брезентовые костюмы и обувь. Для освещения использовали свечи, факелы и бенгальский огонь. Осмотр пещеры до Большого подземного озера занимал от 3 до 5 часов в зависимости от численности группы. Желающие могли переправиться на противоположном берег озера, чтобы осмотреть ближайшие гроты. В здании экскурсионной базы можно было приобрести молоко, хлеб и другие продукты. Такое обслуживание обеспечивали А. Т. Хлебников и его племянник В. Хлебников. Экскурсии проводились по Главному ходу до Большого озера и обратно, поскольку проходы в гроты Смелых и Западный были перекрыты обвалами.

После революции пещера находилась в ведении Комитета по заповедникам, а затем — райисполкома и других организаций. Перед Отечественной войной были построены Дом туриста на 60 мест и входной тоннель и грот Бриллиантовый. Тоннель создавался с грубыми нарушениями требований охраны заповедного объекта: уничтожен живописный ледяной каскад в южной части грота, засыпаны отвалами ниши и проходы и нарушена циркуляция воздуха. В результате грот Бриллиантовый утратил свой сверкающий наряд. Лишь в 1949—1950 гг. ценой больших усилий сотрудники карстово-спелеологической станции вернули гроту часть его бывшего великолепия. Даже в Главном ходе тропы были расчищены от камней лишь местами. В гротах Крестовый, Руины, Метеорный и других экскурсанты пробирались за проводником по глыбам, отшлифованным не только подошвами, но и руками.

**Работы по благоустройству Кунгурской пещеры и прилегающего участка**

Год	Вид работы	Исполнитель
1914—1918	Расширение входа в пещеру, оборудование двери. Строительство утепленного помещения экскурсионной базы	А. Т. Хлебников
1918—1948	Строительство Дома туриста	Туристско-экскурсионное управление ВЦСПС
1948—1951	Расчистка тропы в главном ходе и Обходном пути	Кунгурский филиал карстово-спелеологической станции при МГУ им. М. В. Ломоносова
1952—1969	Расширение с помощью взрывов проходов, электрификация экскурсионного маршрута протяженностью 1300 м (1956), а также гротов Геологов, Атлантида, Хлебниковых (1968), проходка 16-метрового тоннеля на западный берег Большого подземного озера, закладка парка, строительство подъездной автомобильной дороги	Кунгурской стационар Уральского отделения Академии наук
1970—1993	Проходка 109-метрового тоннеля в грот Вышка (1972), благоустройство и освещение галереи от грога Вышка до Большого подземного озера (1973), создание экскурсионного комплекса «Сталагмит» на 350 мест (1983), строительство защитной береговой дамбы	Пермский совет по туризму и экскурсиям

В 1949 г. была выбрана с участием Горного надзора наиболее безопасная трасса и на средства, выделенные Московским университетом в 1949—1950 гг., произведена расчистка Главного и Обходного пути.

В 1955—1956 и 1963—1964 гг. нависшие над тропой пласты обрушались вручную и с помощью взрывов. В 1958 г. устроен новый проход между гротами Крестовый и Руины, а в 1967 г. шахтеры комбината Кизелуголь пробили 16-метровый тоннель к западному берегу Большого подземного озера. В 1955—1956 гг. электрифицирован экскурсионный маршрут протяжением 1300 м, в 1968 г. освещена галерея от грота Геологов до грота Хлебниковых.

В 1969 г., когда количество посещающих пещеру превысило 100 тысяч, экскурсионная база была передана Пермскому областному совету по туризму. В 1972—1973 гг. пройден 109-метровый тоннель в грот Вышка, благоустроена и электрифицирована галерея до Большого подземного озера. В 1983 г. сдан в эксплуатацию туристский комплекс «Сталагмит» на 350 мест.

Следует, однако, заметить, что заботы об экскурсантах и их безопасности порой заслоняют интересы охраны природы. Металлические ограждения, устроенные взамен низких барьеров из ангидритовых плит, массивные крепи, всевозможное электрооборудование нарушают естественный вид пещеры. Изменение природных условий, вызванное вмешательством человека, привело к повышению температуры и обеднению ледяного убранства — главной достопримечательности пещеры.

После освоения экскурсионного маршрута от Большого подземного озера к гротам Великан и Вышка северо-западная, заповедная, часть пещеры значительно уменьшилась. Необходимо поэтому форсировать поиски неразведанных ответвлений пещеры.

Пещера в современных границах занимает площадь в 0,37 км<sup>2</sup>. Есть все основания предполагать, что известна лишь часть системы взаимосвязанных полостей. Многие ответвления кончаются глыбовыми завалами, в которых наблюдается движение воздуха. Часть ходов с низкими потолками заполнена глинистыми наносами. О продолжении пещерных галерей и западном, северном и восточном направлениях свидетельствуют провальные впадины на земной поверхности и данные геофизических работ. Детальная разведка с применением площадного электропрофилирования и вертикального электрического зондирования была осуществлена в 1956—1957 гг. сотрудниками Московского и Пермского университетов [9]. Составленная карта кажущихся сопротивлений отражает наличие неразведанных полостей к северо-западу и востоку от известных галерей, а также к северу от Большого подземного озера, гротов Эфирный и Метеорный. Однако крупномасштабные поиски неизвестных ответвлений пещеры связаны с трудоемкими раскопками и взрывами.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорофеев Е. П. Новый план Кунгурской пещеры // Пещеры. Пермь, 1965. Вып. 5/6.
2. Гмелин И. О Кунгурской подземной пещере (Рукопись, лат. яз.). Центр, гос. архив древних актов, ф. 199 портф. 430 е. х. 20, 2-5 // Уч. зап. Яросл. пед. ин-та. Ярославль, 1958. Вып. 20 (30), ч. 2: География.
3. Горбунова К. А. История изучения карстовых пещер Пермской области // Пещеры. Пермь, 1961. Вып. 1.
4. Киттары М. Я. Ледяная пещера в окрестностях Кунгура // Жур. Мин-ва внутр. дел. Спб., 1848. Ч. 22.
5. Лепехин И. И. Продолжение дневных записок по разным провинциям Российского государства в 1770 году. Спб.: Изд-во АН, 1772, Ч. 2.
6. Лукин В. С. Пещеры-холодильники // Использование пещер: Тез. докл. семинара-совещания 27—28 сентября 1979 г. Пермь, 1989.
7. Лукин В. С., Дорофеев Е. П. Новый тоннельный вход в Кунгурскую ледяную пещеру // Пещеры. Пермь, 1984.
8. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области Пермь: Перм. кн. изд-во, 1958
9. Огильви А. А., Матвеев Б. К., Шкабарня Н. Г. Электрическая разведка Кунгурской карстовой пещеры // Вестник МГУ. 1963. №3. Сер. геол.
10. Поляков И. С. Антропологические поездки в Центральную и Восточную Россию // Зап. АН. Спб., 1880. Приложение к т. 37.
11. Ступишин А. В. Материалы по истории отечественного карстоведения (феодальный период, 1689-1861 гг.) // Учен. зап. Казан. ун-та. Казань. 1955. Т. 115, кн. 2: География.

## **СПЕЛЕОТЕРАПИЯ**

**А. Е. Красноштейн, Л. М. Папулов, И. И. Минькевич**

Горный институт УрО РАН, АО Уралкалий,  
Пермский университет

### **ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СПЕЛЕОТЕРАПИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЕЧЕБНЫХ СВОЙСТВ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ**

Первые детальные исследования процессов формирования состава атмосферы калийных рудников и ее микроклиматических параметров были начаты в 1985 г. И. И. Медведевым и М. А. Патрушевым, стоявшими у истоков высшего горного образования на Западном Урале. Они впервые обратили внимание на специфические свойства калийных солей, связанные с их повышенной растворимостью и химической активностью. Уже первый количественный анализ аэрогазодинамики и динамики аэрозольей в атмосфере калийных рудников позволил обнаружить неадекватные эффекты разжижения и ускоренного падения концентрации ядовитых продуктов взрывных работ, «исчезновение» значительной их части в процессе движения воздуха по горным выработкам.

В начале 60-х гг. были проведены первые воздушно-пылевые съемки, выявившие сезонный характер формирования аэрозольного состава атмосферы, при котором относительная влажность воздуха (зимой — 30—40%, летом — 70—80%) определяет запыленность атмосферы воздухоподающих выработок.

В середине 60—70-х гг. под руководством А. Е. Красноштейна и В. А. Старцева организован цикл исследований процессов нейтрализации газообразных ядовитых примесей, выделяемых в атмосферу калийных рудников при различных технологических операциях (взрывные работы, работа двигателей внутреннего сгорания и т. д.). Было установлено, что помимо адсорбционных свойств калийных солей и относительной влажности рудничной атмосферы на интенсивность процессов хемосорбции ядовитых примесей поверхностями горных выработок и отбитой рудой решающим образом влияет аэроионная обстановка.

Систематические наблюдения за количественным и качественным составом аэроионов на всех калийных пластах всех верхнекамских рудников показали, что содержание легких аэроионов в рудничной атмосфере примерно на порядок выше, чем на поверхности, и не зависит от времени года. Характерным для аэроионной обстановки в подземных условиях является преобладание содержания легких отрицательных аэроионов над содержанием положительных (коэффициент униполярности меньше 1), тогда как в условиях дневной поверхности обычно наблюдается обратное соотношение.

Этот факт оказался решающим в возникновении идеи создания спелеолечебницы в одном из действующих калийных рудников. Однако авторами идеи руководили не только и даже не столько медицинские аспекты предполагаемого проекта. Дело в том, что результаты перечисленных исследований позволили принципиально по-новому решить одну из сложнейших технологических задач разработки калийных месторождений — обеспечить все горные работы достаточным количеством воздуха, не увеличивая его подачи в рудник, что при обычной организации проветривания технически невозможно из-за ограниченной пропускной способности стволов. Смысл нового подхода состоял в применении рециркуляции (повторного использования воздуха), т. е. в возвращении отработанного воздуха на воздухоподающие выработки.

Для принятия таких решений (запрещенных всеми действующими правилами безопасности) имелись достаточно веские основания. Исследование газового баланса рудников в целом и отдельных рабочих зон показало, что содержание основных ядовитых компонентов в рудничной атмосфере на исходящих струях не только не выше, но и несколько ниже, чем на поступающих. Иначе, калийный рудник является как бы гигантским нейтрализатором газообразных примесей. Кроме того, при движении воздуха по горным выработкам в результате тепломассообменных процессов происходит естественная оптимизация его термодинамических параметров (температура, влажность), что при использовании рециркуляции позволит резко сократить расходы на подготовку воздуха и снизить потери от выпадения излишней влаги и повышения запыленности атмосферы. Немаловажным оказалось и то обстоятельство, что по мере удаления от воздухоподающих стволов увеличивается содержание в воздухе легких отрицательных аэроионов и уменьшается (почти до нуля) бактериальная обсемененность атмосферы. Таким образом, как было установлено, при движении воздуха по горным выработкам калийных рудников происходит его естественное самоочищение, термодинамическая и бактерицидная обработка, насыщение аэроионами, после чего он выбрасывается на поверхность, а в рудник поступает «свежий» воздух, значительно уступающий по качественным характеристикам «отработанному».

Чтобы еще раз убедиться в биологической пригодности для дыхания воздуха нисходящих струй, был поставлен прямой эксперимент (В. Г. Баранников, Н. Л. Чекина). На поступающих и исходящих струях были размещены репрезентативные группы мелких животных, которые содержались в абсолютно одинаковых условиях. Через длительное время, сопоставимое с продолжительностью трудовой деятельности горнорабочих, животные обеих групп подверглись тщательному, в том числе гистологическому, изучению. Было обнаружено, что животные, находящиеся на исходящих струях, имели лучшие физико-гигиенические показатели, кроме того, улучшилось функционирование их внутренних органов. Казалось, были устранены последние препятствия для широкомасштабного внедрения рециркуляции на калийных рудниках. Однако всего этого было недостаточно для положительного решения вопроса на всех уровнях.

Именно указанные обстоятельства и явились решающими при определении судьбы спелеотерапии на калийных рудниках. Хронологическая последовательность событий при решении этого вопроса была такова. В начале 1971 г. А. Е. Красноштейн и В. Д. Старцев обратились в Пермский областной отдел здравоохранения и обком партии с развернутым обоснованием целесообразности строительства спелеолечебницы в одном из калийных рудников. После обсуждения этого предложения с медицинской общественностью оно получило одобрение и поддержку со стороны областных органов исполнительной власти. В январе 1972 г. была направлена делегация области в пос. Солотвино (Закарпатье) для знакомства с первой в нашей стране лечебницей в соляном руднике. А к середине 1972 г. А. Е. Красноштейном были подготовлены, а ПО Уралкалий, облздравотделом и Министерством химической промышленности утверждены исходные данные для проектирования спелеолечебницы в руднике Первого березниковского рудоуправления. Однако появлением проекта спелеолечебницы, а затем и ее строительством больные бронхиальной астмой, астмоидными бронхитами и другими заболеваниями верхних дыхательных путей обязаны необходимости быстрого решения проблемы рециркуляции воздуха на калийных рудниках. Последнее обстоятельство заставило руководство ПО Уралкалий разрешить строительство первой в мире лечебницы в пределах рабочего горизонта действующего калийного рудника. Основная заслуга в принятии такого постановления и его реализации принадлежит ведущим специалистам ПО Уралкалий. Вместе с чем осуществление проекта, выполненного Уральским филиалом Института галургии, затянулось на целых 5 лет, и только в мае 1977 г. первая аллергологическая лечебница приняла первых больных.

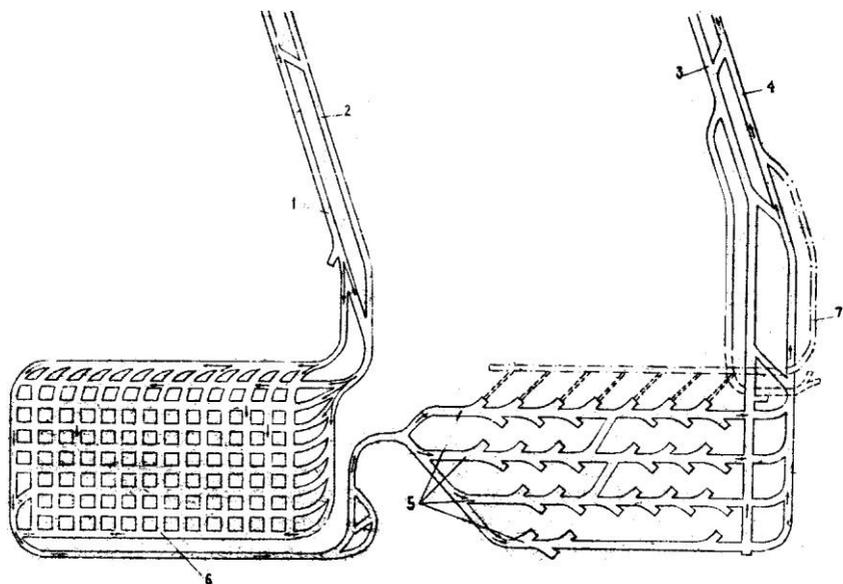
Выбор места лечебницы и ее основных параметров был обусловлен не микроклиматом и его лечебными свойствами, а техническими и производственными возможностями и, естественно, являлся далеко не оптимальным. Однако полученный лечебный эффект даже в этих условиях превзошел ожидаемый, а заимствованная в Солотвино методика лечения полностью оправдала себя.

Вместе с тем потребность в этом высокоэффективном методе лечения увеличивалась гораздо быстрее, чем появлялись возможности ее удовлетворения, и ежегодно около 1500—2000 больных не могли пройти курс лечения. Исходя из возрастающей потребности в спелеотерапии в 1988 г. в соответствии с решением Министерства здравоохранения РСФСР и Агрохима СССР по проекту УФ ВНИИГ было начато строительство новой крупной лечебницы на руднике БКЗ 4, которое в настоящее время завершено. При проектировании этой лечебницы был учтен весь опыт эксплуатации существующих учреждений такого типа, что позволило максимально использовать эффект спелеолечения при минимальных затратах. Так, проектом предусмотрено размещение лечебных отделений на двух горизонтах: в подстилающей каменной соли, представленной галитом, и на сильвинитовом пласте «Красный 2». Это даст возможность сравнить эффективность лечения в сильвинитовых и галитовых полостях и выявить специфическую лечебную роль калийсодержащих пород.

Наиболее интересным элементом новой лечебницы является комплекс подготовки воздуха. Поскольку в перспективе по техническим и экономическим соображениям целесообразно располагать лечебницы вблизи воздухоподающих стволов, что ухудшает состав атмосферы лечебницы, то такой комплекс подготовки воздуха позволит обеспечить нужный его состав при расположении лечебницы в любом месте шахтного поля. Комплекс подготовки воздуха представляет собой систему взаимно перпендикулярных выработок с общей площадью поверхности стенок, эквивалентной выработке пиши в 5 км.

Но так как движение воздуха в этой системе носит почти диффузионный характер (скорость воздуха не превышает 0,01 м/с), то создаются оптимальные условия для формирования благоприятной аэрионной бактерицидной и микроклиматической обстановки, а также для нейтрализации большинства вредных газообразных примесей и седиментационного выпадения взвешенных аллергенов.

Новая лечебница отличается разнообразием и оригинальностью дизайна. В ней предусмотрены наклонные теренкуры, залы лечебной физкультуры и психологической разгрузки. Часть палат лечебного комплекса выполнена в виде тупиковых камер, а часть — снабжена сквозной вентиляцией, что значительно расширяет возможность лечения (рис.). Планируется строительство на поверхности современного комплекса со всем необходимым набором средств диагностики, профилактики и лечения больных бронхиальной астмой и некоторыми другими заболеваниями.



Подземная лечебница на БКЗ 4: 1, 2 — воздухоподающие выработки; 3, 4 — воздухоотводящие выработки; 5 — выработки лечебницы; 6 — система воздухоподготовки; 7 — канализационная выработка

**Г. З. Файнбург, Л. М. Папулов, А. С. Николаев**

Горный институт УрО РАН, АО Уралкалий

## **ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СПЕЛЕОТВАРПИИ В УСЛОВИЯХ КАЛИЙНОГО РУДНИКА**

Одним из наиболее перспективных методов лечения больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких, несомненно, является немедикаментозный метод спелеотерапии [1, 2]. В настоящее время в России действует единственный подземный спелеотерапевтический стационар, построенный в 1975 г. в калийном руднике Первого березниковского рудоуправления АО Уралкалий. С начала работы стационара в мае 1977 г. в нем лечилось свыше 5 тыс. больных. Непосредственная эффективность спелеотерапии при правильном отборе больных достигает 93%, а в случае бронхиальной астмы легкого течения — 96%. После лечения больных бронхиальной астмой легкого течения улучшение состояния сохраняется в среднем полтора-два года (в отдельных случаях до 5—6 лет), что определяет хорошие отдаленные результаты лечения. Однако, несмотря на относительно длительный опыт апробации, механизмы коррегирующего действия спелеотерапии остаются недостаточно изученными [3].

Основным лечебным фактором, безусловно, является «качество» воздуха в подземном стационаре, непосредственно взаимодействующего с человеческим организмом, в первую очередь с органами дыхания. Барометрическое давление в лечебнице на 30 мм выше, чем на поверхности, и составляет 750—780 мм рт. ст. В силу постоянства температуры подаваемого в шахту воздуха и значительной теплоемкости прогретого до этой температуры породного массива температура воздуха в лечебнице в течение всего года находится в пределах 15—18°C. Относительная влажность воздуха незначительно колеблется в течение года, оставаясь в зоне комфорта.

Поскольку газоносность и газопроницаемость вмещающих лечебницу пород близки к нулю, то состав атмосферы лечебницы аналогичен составу свежего воздуха, поступающего в рудник с дневной поверхности. Аэрозольный состав атмосферы определяется в основном составом вмещающих пород, причем подавляющее большинство частиц имеет размеры, не превышающие 5 мкм, что обеспечивает их проникновение в альвеолы. Аэроионный состав атмосферы характеризуется повышенным содержанием легких аэроионов, что также является благоприятным фактором для лечения. Формирование такого состава атмосферы обусловлено взаимодействием свежего воздуха, поступающего в рудник, с обнаженной поверхностью горных пород, а следовательно, составом последних и их физическими свойствами.

Соляные породы, в которых расположена подземная лечебница, представлены комплексом минералов, основными из которых являются галит и сильвин. Взаимные прорастания сильвина и галита образуют с другими минералами, считающимися примесями, горную породу сильвинит. Пласты каменной соли, красных и полосчатых сильвинитов имеют слоистое строение, обусловленное многократным чередованием соляных наборов и галопелитовых прослоек. Пестрые сильвиниты обладают контрастной окраской составляющих зерен с беспорядочной текстурой. Эти породы вмещают горные выработки подземного стационара Березниковской лечебницы. Содержащиеся в них химические соединения приведены в табл. 1.

Таблица 1

### Химический состав соляных пород Верхнекамского месторождения

Соляная порода	Содержание основных компонентов, %				
	KCl	NaCl	MgCl <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	н. остаток
Сильвинит красный	19,7—42,0	51,6—77,2	0,2—0,4	1,3—2,5	1,1—4,6
Сильвинит пестрый	20,8—38,7	54,5—76,7	0,1—1,2	0,9—2,3	0,9—6,3
Каменная соль	0,1—0,2	94,0—97,5	0,2—0,3	0,8—1,0	1,3—4,5

Галопелитовые прослойки в рудах представляют собой сложную многокомпонентную систему, состоящую из водорастворимых солей, поровых растворов, органического вещества и нерастворимого в воде остатка (до 70%) — полиминерального комплекса из алюмосиликатов (50), карбонатов (20), сульфатов (30). Породообразующими минералами галопелитов являются гидрослюда, полевои шпат, доломит, магнезит, гипс, ангидрит и углистое вещество.

Кроме химико-минералогического состава вмещающих пород важнейшую роль в формировании лечебных факторов спелеотерапии играет радиоактивность одного из изотопов калия. В природе калий находится в виде трех изотопов: калий-39, калий-40 и калий-41, которые распространены в постоянном соотношении — 93,08:0,0119:6,91.

Калий-40 неустойчив и либо, испуская при распаде бета-частицы (электроны), превращается в кальций-40, либо путем К-захвата превращается в аргон-40, ядро которого, стабилизируясь, испускает гамма-квант. Первый тип превращения преобладает (8:1) и является существенным фактором ионизации воздуха, вызванной присоединением эманированных электронов к атомам и молекулам воздуха и образованием отрицательно заряженных аэроионов.

Уровни бета-излучения в калийных рудниках составляют: 4 част/см<sup>2</sup>•мин — в выработках по каменной соли, 28—35 част/см<sup>2</sup>•мин — в выработках по сильвинитовым пластам. Гамма-излучение достигает в выработках по сильвинитовому пласту Кр-II — 48—54 мкР/ч, сильвинитовому пласту АБ — 52—55 мкР/ч, каменной соли — 3—4 мкР/ч при фоновом гамма-излучении на поверхности в районе Верхнекамского месторождения калийных солей — 8—14 мкР/ч. Заметим, что максимальная мощность гамма-излучения, которую можно обеспечить, заполнив 100%-ным хлористым калием бесконечное полупространство, составляет всего 83 мкР/ч. Поэтому излучение калия относится к «естественному радиационному фону» и не ограничивается нормами радиационной безопасности. Вместе тем воздействие малых доз радиоактивности калия обладает биопозитивным свойством, и этим, видимо, объясняется эффективность спелеотерапии в калийных рудниках.

Влияние других радиоактивных элементов, содержащихся в незначительных количествах, примерно в 50—200 раз меньше, чем влияние калия, о чем свидетельствуют данные табл. 2.

Таблица 2

**Удельная активность Ra, Th, U и <sup>40</sup>K в сильвинитовых пластах Верхнекамского месторождения, Бк/кг**

Пласт	Ra	Th	U	40 K
Сильвинитовый Красный-2	27—96	30—53	27—96	2016—3560
Сильвинитовый АБ	41—116	49—78	41—116	1100—3811
Каменная соль	14	н. о.	14	410
Каменная соль с обильными прослоями глины	17—58	12	17—58	315—970

Таким образом, основными физическими факторами, определяющими состояние рудничной атмосферы в подземной лечебнице, следует признать наличие калийных солей и их радиоактивность.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Максимович Г. А., Хорошавин Н. Г. Типы искусственных пещер, используемых для лечебных целей (спелеотерапия) // Пещеры. Пермь, 1972. Вып. 12—13. С. 129—146.
2. Торохтин М. Д. Спелеотерапия больных бронхиальной астмой. Киев: Здоров'я, 1987. 94 с.
3. Туев А. В., Верихова Л. А., Нохрина Л. А. и др. Спелотерапия больных предастмой и бронхиальной астмой // Немедикаментозные методы лечения бронхиальной астмы. Пермь, 1989. С. 5—16.

## **ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ПЕЩЕР**

**Ю. И. Берсенеv**

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

### **ОХРАНА ПЕЩЕР В РОССИИ (Юридические аспекты)**

В последние годы происходит существенное изменение всей законодательной базы. Не остались в стороне и юридические вопросы использования и охраны природы. С проблемой охраны пещер связаны три новых основных юридических документа: Закон Российской Федерации о недрах (Постановление ВС РФ от 21 февраля 1992 г. №2395—1); Положение о порядке лицензирования пользования недрами (Постановление ВС РФ от 15 июля 1992 г. № 3314—1); Типовое положение о памятниках природы в Российской Федерации (приказ Минприроды России № 33 от 14 декабря 1992 г. № 33). Лицензирование недр в России началось в конце 1992 г., и, вероятно, уже к концу 1993 г. основное число горнодобывающих предприятий подтвердят путем лицензирования свое право на добычу полезных ископаемых, что требует принятия спелеологами срочных соответствующих мер по охране пещер.

Из указанных законодательных актов вытекает, что для осуществления действительной охраны пещер необходимо не просто объявление их памятниками природы, но и лицензирование таких объектов с получением соответствующего горного отвода. Само лицензирование стоит немалых денежных средств. Поэтому, видимо, в первую очередь будут лицензироваться пещеры, которые могут без особых затрат на обустройство использоваться о качестве экскурсионных объектов и приносить доход владельцам лицензий. Собственно, объекты, ранее объявленные государственными памятниками природы, и пещеры, ранее не относящиеся к охраняемым объектам, могут оказаться переданными на совершенно законных основаниях юридическим лицам для их эксплуатации. Данные лица могут не только не обладать необходимыми для этого знаниями и не ставить перед собой цели максимального сохранения пещер, но и не допускать в них некогда нашедших и обследовавших пещеры спелеологов.

Вторая проблема, возникающая в связи с лицензированием недр, заключается в том, что многие пещеры расположены вблизи каких-либо месторождений полезных ископаемых, например, месторождений строительных материалов и рудных скарновых месторождений, и даже на территории горных отводов горнодобывающих предприятий. Естественно, эти предприятия стараются получить лицензию на как можно больший участок недр и становятся полноправными его владельцами, судьба пещер оказывается в их власти на длительный (преимущественно на 20 лет) срок.

Существование третьей проблемы обусловлено тем, что объекты местного значения, такие как месторождения общераспространенных полезных ископаемых, должны лицензироваться в районных комиссиях по лицензированию. Но члены этих комиссий зачастую плохо осведомлены о наличии и ценности тех или иных природоохранных объектов. Кроме того, в прежние годы было очень трудно объявить ту или иную пещеру памятником природы союзного или республиканского значения и органы Всесоюзного общества охраны природы (ВООП) преимущественно ограничивались наделением объектов статусом местного значения — краевого (областного) или районного без соответствующего разграничения. С принятием Закона о местном самоуправлении в РСФСР от 20 июля 1991 г. (ст. 53, п. 2; ст. 55, п. 21) и Закона Российской Федерации о краевом, областном Совете народных депутатов в краевой, областной администрации от 5 марта 1992 г. (ст. 45, п. 15) появилась необходимость такого разграничения памятников природы, иначе судьба некоторых уникальных в масштабе страны пещер будет решаться районными комитетами по лицензированию, которые могут оказаться некомпетентными в этой области.

Решение данных проблем затруднено из-за отсутствия некоторых законодательных и нормативных актов и соответствующего опыта. Тем не менее в этих проблемах можно выделить вполне реализуемые аспекты:

1. Составление и распространение в заинтересованных органах власти и ведомствах (комитетах по охране, комитетах по геологии и охране недр, администрации краев, областей и районов) каталогов особо охраняемых объектов карстового происхождения, находящихся на территории, подведомственной указанным органам власти. В таких каталогах должны быть указаны предлагаемые и официально утвержденные ранги значимости объектов и основные пути их охраны (необходимые ограничения хозяйственной деятельности).

2. Непосредственное участие (путем подачи конкретных предложений) в разработке местного (краевого или областного) положения о лицензировании особо охраняемых объектов.

3. Участие в проведении конкурсов по лицензированию особо охраняемых объектов и таким путем приобретение в пользование коллективом спелеологов горного и земельного отводов на охраняемую территорию с регламентируемой возможностью ее использования в рекреационных целях.

4. Полное или частичное решение финансовых проблем, связанных с образованием особо охраняемых объектов за счет внебюджетных фондов, которые по Закону о местном самоуправлении в РСФСР (ст. 46) должны расходоваться «на проведение природоохранных и оздоровительных мероприятий».

## РЕЦЕНЗИИ И НОВОСТИ СПЕЛЕОЛОГИИ

### ДОЛГОЖДАННЫЙ СПРАВОЧНИК

**Тимофеев Д. А., Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З. Терминология карста: Материалы по геоморфологической терминологии: Словарь-справочник. М.: Наука, 1991. 260 с.**

В представляемом справочнике на 199 страницах даны определения свыше 2150 терминов в авторской интерпретации и по 523 литературным (в том числе депонированным) источникам, из которых 170 зарубежных. Проработаны многие тысячи статей и монографий, использованы многочисленные справочные издания. Впервые в отечественной литературе воедино собрано такое число карстоведческих терминов, названы их синонимы и эквиваленты в английском, немецком и французском языках. Словарь снабжен обширным библиографическим списком, указателями русских и иностранных терминов, а также именованным указателем, включающим фамилии 205 отечественных и 149 зарубежных исследователей.

Естественно, при таком обилии материалов трудно избежать некоторых упущений и недоработок. В частности, в справочник вошло значительное количество терминов (в первую очередь спелеологических), не связанных непосредственно с карстом. Среди них «барраж» «водораздел подземный», «гидратация ангидрита», «канал подземный», «корразия», «кора обледенения», «котел жертвенный», «котел эвразийский», «кристаллы ледяные», «кровоури», «косиолка», «останец лессовый», «полости зоогенная, корразионная, тектоническая, эрозионная», «тафони», «травертин», «элювиация приповерхностная» и др. По-видимому, имело смысл воздержаться от их включения в словарь или показать целесообразность их толкования в этом издании.

Неудачна (к тому же безадресна) трактовка коэффициента активности карста. Неполно определение «карстовой опасности» — в нем не отражены критерии карстовых деформаций и стохастический характер их проявления. Определения терминов «устойчивость закарстованных территорий» и «деформация карстовая», как имеющих непосредственное отношение к инженерному карстоведению и инженерным изысканиям для строительства, следовало бы дополнить требованиями нормативных документов; СНиП 1.02.07—87 и 2.02.01—83. В характеристике «условий развития карста» целесообразно подчеркнуть обязательность основных условий: наличия растворимых пород, способных пропускать воды (или находиться с ними в контакте), и наличия движущихся вод, способных растворять эти породы.

Большой детализации и четкости требует рассмотрение сложных вопросов районирования и типологии карста, которое словарь-справочник не обеспечивает, ставя в один ряд термины корректные, излишние и совершенно не относящиеся к карсту или суффозии, а также далекие от сути определяемого. К упущениям следует отнести отсутствие в библиографическом списке работ Г. А. Максимова и Л. В. Голубевой (1952, 1955), посвященных генетическим типам карстовых воронок, и неучет трактовки «эндокарста» Ю. А. Ежовым и др. (1988).

Отмеченные недостатки не снижают положительной оценки книги. Более того, она быстро стала библиографической редкостью, и потому необходимо переиздание справочника, возможно, в сокращенном — за счет удаления излишних и некарстоведческих терминов — варианте и с рекомендациями по применению наиболее удачных.

**В. П. Костарев**

## **КАТАСТРОФЫ И АВАРИИ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

**Гидрогеология и карстоведение:** Межвузовский сборник научных трудов. Пермь, 1992. 136 с.

Освоение закарстованных территорий часто осложняется различными аварийными ситуациями, причиняющими большой ущерб народному хозяйству. Одна из основных задач исследователей карста — предотвратить или, по крайней мере, уменьшить нежелательные последствия, вызванные спецификой геологических, гидрогеологических условий в карстовых районах, а также деятельностью человека. Сборник содержит статьи трех направлений. В ряде работ освещены условия развития, особенности карстовых провальных явлений при строительстве и эксплуатации зданий, сооружений, разработке месторождений полезных ископаемых в различные регионах — Карпаты, Крым, Прибалтика, Татарстан, Башкортостан. Приуралье, Урал. Рекомендованы меры по предотвращению опасных инженерно-геологических ситуаций. Рассмотрены различные аспекты внедрения элементов мониторинга на наиболее закарстованных участках.

Часть статей посвящена прогнозу развития карстового процесса. Метод математического моделирования применен Б. Паукштисом при прогнозах понижения уровня карстовых вод, обуславливающего усиление карстового и суффозионно-карстового процессов. Вопросы теории, классификации карстовых аварий и катастроф изложены в статьях А. М. Трофимова, Н. П. Торсуева, А. Г. Мусина, Ю. В. Архидьяконских. Многие авторы отмечают усиливающуюся активность карстового процесса в различных районах, вызванную антропогенным фактором. В связи с этим несомненна актуальность вопросов, освещенных в рецензируемом сборнике.

**И. М. Тюрина**

## **МОНОГРАФИЯ О КАРСТЕ И ПЕЩЕРАХ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ**

Издательство Пермского университета выпустило весьма полезную книгу для широкого ряда специалистов — геологов, географов, карстоведов, строителей, а также для всех, кто интересуется природой Пермской области и охраной ее природных ландшафтов: Горбунова К. А., Андрейчук В. Н., Костарев В. П., Максимович Н. Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: Изд-во Пермского университета, 1992. 200 с.

Основное внимание в монографии уделено карсту — причинам возникновения карстовых процессов, описанию разнообразных подземных и поверхностных карстовых форм и т. п. В книге дается детальная характеристика карстовых районов восточной окраины Восточно-Европейской платформы, Верхнепечорской впадины, Соликамской и Юрюзано-Сылвинской депрессии Предуральского прогиба, Западно-Уральской складчатой зоны и Центрально-Уральского поднятия.

Отдельная глава посвящена влиянию инженерно-хозяйственной деятельности на интенсификацию карстовых процессов, рассмотренному на примере Кизеловского угольного бассейна (карбонатные породы) и Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (различные соли). Результаты специальных инженерно-геологических исследований приведены при характеристике активизации карста в случае возведения плотин и создания водохранилищ на реках в районах, сложенных сульфатными породами. Специальный раздел составили материалы о степени и характере селитебного воздействия на развитие карста. На примере г. Кунгура проанализированы причины увеличения частоты провалов на застроенных территориях.

Практический интерес представляет раздел об инженерно-геологических изысканиях и строительстве в карстовых районах. Подробно описаны условия и факторы, определяющие устойчивость закарстованных территорий. Даны рекомендации по проведению исследований в районах промышленного и гражданского строительства, зонах линейных сооружений (железные дороги, автомагистрали, мостовые переходы, ЛЭП, магистральные трубопроводы).

В конце книги приведен список карстовых пещер Пермской области протяженностью более 50 м (по состоянию на 1 октября 1991 г.).

**Г. В. Бельтюков**

## **НОВОЕ ИЗДАНИЕ ПО СОЛЯНОМУ КАРСТУ**

**Бельтюков Г. В. Методические вопросы изучения соляного карста (на примере месторождений Предуралья) // МГП Геоинформмарк. М., 1992. 84 с.**

В издании рассмотрены гидрогеологические и гидрохимические особенности каменносоляных и калийных месторождений и условий карстообразования в солях под влиянием природных и антропогенных факторов. Предлагаемая методика изучения соляного карста является результатом исследования древних и современных процессов выщелачивания различных соляных пород на ряде месторождений европейской части России, Беларуси, Украины. Приводится характеристика карстопоявления в солях в условиях техногенеза, рассмотрены вопросы воздействия разработки соляных месторождений на геологическую среду. Основная часть исследований выполнена на базе Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей и некоторых соляных куполов Южного Предуралья.

Детально охарактеризовано влияние антропогенного фактора на развитие карста, обусловленного разработкой месторождения. Предложена типизация карста исходя из причин, вызывающих карстовые процессы: при проходке и эксплуатации шахтных стволов, в районах старых рассольных скважин, групповых водозаборов, в отработанных горных выработках, на соляных отвалах. Выделены типы карста соляных месторождений.

Выявлены основные источники загрязнения геологической среды в процессе разработки соляных месторождений, проанализированы причины трансформации химического состава подземных вод (поверхностных и подземных, атмосферных осадков) на конкретных примерах.

Работа имеет большое практическое значение и представляет интерес для геологов, горняков, карстоведов, экологов.

**Б. А. Булдаков**

## НОВАЯ КНИГА О КАРСТЕ

В монографию Ю. А. Ежова, Г. П. Лысенина, В. Н. Андрейчука, Ю. В. Дублянского «Карст в земной коре: распространение и основные типы» (Новосибирск, 1992. 76 с.) рассматриваются некоторые теоретические вопросы современной карстологии. Предпринимается попытка увязать существующие понятия о различных типах карста (экзокарст, эндокарст, гидротермокарст, рудный, силикатный карст).

Выходу книги предшествовало организованное авторами совещание по обстановкам карстогенеза (Кунгур, 1991), на котором обсуждались проблемы условий и особенностей развития карста в глубоких горизонтах земной коры, а также под влиянием термальных вод. В издании анализируются вопросы граничных условий карстогенеза, вертикальной зональности карста; определяются границы и структура карстосферы, а также место карста среди других геологических процессов. Книга предназначена для карстоведов, гидрогеологов, геологов и географов.

**И. И. Минькевич**

## «СВЕТ» НЕОБХОДИМ КАЖДОМУ СПЕЛЕОЛОГУ

**Вестник Киевского карстолого-спелеологического центра.** 1991 №1, 2; 1992. № 3, 4, 5, 6. 1993. № 7—8, 9.

Журнал «Свет» начал издаваться с июля 1991 г. (редактор А. Климчук). Он выходит ежеквартально. Уже выпущено 9 номеров журнала. Это первый в СНГ научно-информационный вестник такого рода. В каждом номере журнала освещаются новости спелеологии, приводится информация о различных проектах и программах деятельности карстоведческих и спелеологических организаций. Публикуются статьи по всем направлениям спелеологических исследований и охране пещер. На страницах «Света» ведутся дискуссии по проблемам спелеологического движения. Дается подробная информация о съездах, совещаниях, симпозиумах, конференциях, семинарах по карсту и спелеологии. Представлена библиография по карсту и пещерам. Информацию о журнале можно получить по адресу: 252030, Украина, г. Киев, 30, а/я 224/8 Свет. Спелеологи могут заказать ксерокопии интересующих их литературных и картографических материалов.

**И. И. Минькевич**

## СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК

**Дублянский В. Н., Андрейчук В. Н. Терминология спелеологии (Информационные материалы):** Словарь-справочник. Кунгур. 1991. 202 с.

Словарь-справочник является первым отечественным изданием такого рода, целиком посвященным спелеологии. В нем анализируется 1310 терминов, приводится их толкование, фамилия создателя термина, если это удалось установить, год издания работы, в которой термин был употреблен впервые. Авторы словаря старались охватить как можно больше спелеологических понятий и терминов, поэтому и справочнике народу с широко используемыми вошли местные и устаревшие понятия, например, «печица» — словенское название теплой пещеры; «печора» — древнеславянское название пещеры. В книге есть также список литературы и именной указатель. Справочник предназначен для спелеологии, карстологов, гидрогеологов, инженеров-геологов, геоморфологов.

**И. И. Минькевич**

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ КАРСТА**

**(сборник докладов международного симпозиума, 6—8 июля 1992. Пермь, 1992. Т. 1. 357 с; Т. 2. 278 с.)**

Двухтомный сборник докладов международного симпозиума «Инженерная геология карста», состоявшегося в Перми в июле 1992 г содержит 103 доклада представителей 69 организаций, ведущих теоретическое и практическое исследование карста на территории 8 государств. Доклады сгруппированы в 10 разделов. Первый том включает доклады, касающиеся общих вопросов инженерного карстоведения, оценки устойчивости закарстованных территорий, методологических аспектов изучения карста и методов исследования карстующихся пород, геофизических методов изучения карстовых массивов, принципов и методов противокарстовой защиты. Второй том содержит доклады, посвященные региональному карстоведению, гидрогеологии закарстованных территории, карсту месторождений полезных ископаемых, изучению пещер и их использованию, охране закарстованных территорий.

Предложенные материалы имеют большое значение для развития инженерного карстоведения в плане формулировки и способов решения общетеоретических и практических задач безопасного и экономически аффективного освоения сложных в инженерно-геологическом отношении территорий, какими являются территории развития карстовых и карстово-суффозионных процессов.

**В. Н. Катаев**

### **КАРСТ КИТАЯ (Пекин, 1991. 224 с.)** **Karst of China (Beijing, 1991. 224 p.)**

Это первое хрестоматийное издание, обобщающее современные представления о карсте Китая. Группой авторов под руководством профессора Юана Даоксиана представлены материалы, характеризующие геологические, климатические, гидрогеологические условия карстовой эволюции, а также результаты исследований пещер карстовых районов КНР. Книга содержит девять глав и библиографический список из 199 наименований. В качестве приложения использована вклейка из 48 цветных фотографий различных типов карстового ландшафта и спелеоформ.

В первой главе воссоздана история изучения карста Китая, насчитывается более чем две тысячи лет. Вторая глава раскрывает основные условия и характерные черты развития карста Китая. Третья глава содержит описание основных типов карста КНР, выделенных исходя из принадлежности к климату: тропический, субтропический, альпийский и др. Четвертая глава посвящена пещерам Китая, которые на основе местоположения разделены на два типа: пенеппенизированных и горных регионов. В пятой главе рассматриваются экологические проблемы закарстованных территорий. Шестая глава содержит сведения о запасах и источниках карстовых вод Китая. Все карстовые ресурсы разделены в соответствии с климатическими зонами. Здесь же приведена информация о современных методах оценки водных ресурсов. Седьмая глава посвящена минеральным ресурсам карстовых регионов. Восьмая и девятая главы являются итоговыми — отражают глобальную концепцию развития карста Китая в целом.

Монография «Карст Китая» является примером комплексного подхода к изучению карстового процесса, она представляет несомненный познавательный и методологический интерес для широкого круга специалистов в области общего, регионального и инженерного карстоведения.

**В. Н. Катаев**

## **ПРОБЛЕМА ПАЛЕОКАРСТА В ТИБЕТЕ**

**(Географический журнал. Лондон, 1991. Т. 157, № 3. С. 316—325)**

The problem of palaeokarst in Tibet (The Geographical Journal. London, 1991. Vol. 157, N 3. P. 316—325)

В статье М. М. Sweeting, Bao Hao Sheng, Zhang Dian рассмотрены особенности формирования карстового ландшафта отдельных районов севера и юга Тибета. Исследования, проведенные авторами, свидетельствуют о том, что карст Тибета — результат современных процессов в условиях высокогорного, полуаридного и перигляциального климата. Вместе с тем были найдены доказательства фрагментарного формирования карста и карстовых отложений в гумидных условиях.

Методами электронной микроскопии изучены карстующиеся породы и отложения пещер на четырех различных участках. Была определена концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере, воздухе пещер и почве.

Карстовый рельеф представлен известняковыми вершинами высотой 10—30 м. В большинстве случаев закарстованы известняки триаса и юры. Карстовые пещеры мелкие, незначительной протяженности (до 50 м). Пещеры не содержат натечных форм, за исключением кальцитовых конденсационных пленок на стечах. Возраст этих образований — между 25000 и 175000 лет. В пределах двух участков исследованы известняковые туфы, возраст которых от 6000 до 5000 лет в районе Амдо и 100000 лет в районе Дайнгри. В районе Лхаса изучена пещера, содержащая сцементированные отложения, свидетельствующие о теплом и влажном климате в период карстовой эволюции. Возраст отложений 325000—1000000 лет.

Анализ концентрации  $\text{CO}_2$  показал, что растворение известняков в современных условиях не является незначительным, как установлено экспериментально, скорость растворения известняков колеблется от 2 до 8 мм/1000 лет.

**В. Н. Катаев**

**КАРСТ ГУИЛИНЯ (Геоморфология. Берлин; Штутгарт, 1990. С. 47—65)**

The Guilin Karst (Geomorph. Berlin; Stuttgart, 1990. P. 47—65)

Статья М. М. Свитинг (Оксфорд, Великобритания) посвящена анализу карбонатного карста района Гуилин (Ю. Китай). Статья содержит помимо 4 рисунков, 8 фотографий и 3 таблиц карту распределения типов карстового рельефа в районе исследований, составленную под редакцией Чин Хоурена в масштабе 1: 280000.

Район Гуилин (6500 км<sup>2</sup>) расположен в юго-восточной части Китая, где карст развит в средне-верхнедевонских и, частично, в каменноугольных известняках. Район представляет собой синклинально-блоковую складку, осложненную меридиональными и широтными разломами мезозойского возраста. Карстовые формы рельефа представлены двумя основными типами: башенным и коническим. Наиболее известен башенный карст долины р. Ляннг и ее притоков. Карстовые формы района

формировались в течение кайнозоя. Морфотипы башенного карста генетически связаны с тектонической эволюцией региона, литологией, структурой, текстурой, физико-механическими свойствами, мощностью и трещиноватостью карбонатов.

Пещеры района образуют три уровня: I — современный, голоценовый ( $\pm 0$  м относительно современного уровня р. Лианг); II — конец позднего плейстоцена — голоцен (7—15 м над урезом реки), возраст 10,9—34,0 тыс. лет; III — плиоцен — середина позднего плейстоцена (25—35 м над урезом реки), возраст 60 тыс. лет — 1,600 тыс. лет. Эпифреатические пещеры III уровня старше карстового рельефа, а скорость тектонического подъема территории была больше или примерно равна скорости денудации известняков.

**В. Н. Катаев**

**ГЕОЛОГИЯ, КЛИМАТ, ГИДРОЛОГИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ КАРСТА:  
ПОЛЕВОЙ СИМПОЗИУМ В АВСТРАЛИИ: ПУТЕВОДИТЕЛЬ,  
(Канберра, 1992. 115 с.)**

Geology, climate, hydrology and karst formation: field symposium in Australia: guidebook  
(Canberra, 1992. 115 p.)

Путеводитель по Австралии — четвертое специальное издание с 1989 г. в серии географо-геологических публикаций. Оно подготовлено коллективом авторов под редакцией Д. С. Джиллесона в соответствии с Международной геологической корреляционной программой (IGCP), проектом 299 под эгидой Международного союза геологических наук (IUGS) и ЮНЕСКО (UNESCO).

Книга содержит три раздела, посвященные геологическим, гидрогеологическим, геоморфологическим, гидрохимическим особенностям, а также генезису карстовых форм трех различных карстовых провинций Австралии: юго-восточной, южного побережья и аридной зоны. Приведены геологические карты и разрезы, планы и профили наиболее интересных спелеообъектов, графики и таблицы, отражающие результаты анализов химизма карстовых вод, состава спелеоотложений и карстующихся пород. Путеводитель включает в качестве приложения подробное описание пунктов осмотра достопримечательностей по маршрутам полевых экскурсий.

Целью полевого симпозиума являлось:

- изучение геологии и гидрогеологии уникальных карстовых комплексов Австралии с разнообразными типами карста;
- сопоставление особенностей этих комплексов с особенностями карста других районов, находящихся в сходных климатических и геологических условиях;
- анализ и сравнение результатов современной организации исследований и рационального использования закарстованных территорий в разных странах.

**В. Н. Катаев**

## ДОКЛАДЫ XI МЕЖДУНАРОДНОГО СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОГО КОНГРЕССА

(Сборник докладов. Пекин (Китай), 2—8 августа 1993. 250 с.)

Proceedings of the XI International congress of Speleology  
(Beijing (China), August 2 to 8, 1993. 250 p.)

Сборник объединяет около 140 текстов устных докладов и коротких сообщений более чем 260 авторов из стран Азии, Австралии, Америки и Европы, посвященных общим и частным вопросам современной геологии, гидрогеологии, инженерной геологии карстовых районов, спелеологии в целом, спелеофауне и техническому оснащению спелеоисследований.

Доклады сгруппированы по следующим категориям:

I. Разновидности пещер и обстановки их образования: сравнительное изучение и зональность карста и пещер; отложения пещер, эволюция пещерных систем и глобальные климатические изменения; механизмы реакций взаимодействия «вода—порода»: флора и фауна, археология и палеонтология пещер; карстовые воды и минеральные ресурсы пещер, качество спелеосреды.

II. Использование пещер, предупреждение и предотвращение природных катастроф на закарстованных площадях: прогнозирование полостей и предотвращение карстовых провалов; климат пещер и спелеотерапия; охрана спелеоресурсов и организация обслуживания посещаемых пещер.

III. Документация, методы и оборудование.

В первом, наиболее представительном, разделе приведены сведения об условиях карстообразования в карбонатах, сульфатах и галоидах палеозоя-кайнозоя некоторых районов Хорватии, Словении, Ирана, Австралии, Южной Мексики, США, России и Китая. Интересны сводки о морфологии и морфометрии наиболее крупных из 6500 пещер Хорватии, а также сведения о полостях в ледниках Восточной Исландии и базальтах провинции Хейлонджанг (КНР). Для раздела характерны обобщающие работы китайских ученых о геолого-экологических обстановках развития пещер, новых взглядах на классификацию полостей и исследования в области спелеогенеза различных районов Китая. Ряд работ посвящен изучению эволюции и морфологии спелеоформ с применением изотопного анализа спелеообразований как для восстановления палеоклиматических условий, так и для воссоздания этапов эволюции спелеообъектов. Интересны работы (в основном специалистов из КНР) по моделированию кинетики процесса растворения в карстовых водоносных горизонтах, гидрохимии пещер и изохимическому картированию. Завершает раздел подборка докладов, содержащих сведения о моделировании карстовой водоносной системы, контролирующих факторах палеокарста, содержании углекислоты в отложениях и воздухе пещер. Ряд докладов посвящен оценке качества воздуха в пещерах, посещаемых туристами, состоянию, охране и консервации спелеообразований.

Второй раздел объединяет доклады, обосновывающие механизм провалов на основе теорий катастроф, в которых ведущая роль отведена гидродинамическим условиям. В докладах обоснованы критерии оценки, а также представлены расчетные методы прогноза карстоопасности и примеры их применения в различных карстовых районах. В подразделе, посвященном климату пещер и спелеотерапии, видное место занимают доклады российских ученых об эффективности спелеолечения в шахтах

калийного рудника и результаты исследований аэрозоля в атмосфере Кунгурской пещеры.

Третий раздел содержит сведения о научных методах и приспособлениях, применяемых при изучении гидрологии подземных рек, отложении пещер и карстующихся пород, а также данные о вновь открытых пещерах.

Сборник имеет большое общетеоретическое и прикладное значение для развития карстологии и спелеологии и рекомендуется специалистам в области инженерной геологии, гидрогеологии и геологии, а также студентам и аспирантам геологических специальностей.

**В. Н. Катаев**

### **НАШИ ЯМЫ. 1993. 35/1**

Журнал «Naše Jame», представляющий собой Бюллетень Спелеологической ассоциации Словении, выходит с 1959 г. Настоящий специальный выпуск подготовлен и издан на английском языке к 11-му Международному спелеологическому конгрессу. Приведенный в нем материал всесторонне освещает результаты исследования карста и пещер Словении. Журнал открывается статьей П. Хабица, содержащей описание изучения, распространения и особенностей карста всей страны. Статьи Д. Новака и Я. Коговшека посвящены гидрогеологии карстовых районов. Часть публикаций освещает археологию, палеонтологию и биологию пещер. А. Краник описывает один из замечательных карстовых объектов мира — Шкоцианскую пещеру. Представляют интерес данные об абсолютном возрасте пещерных отложений. Журнал иллюстрирован картами карста, интенсивности карстовой коррозии, карстовых рек, таблицами, рисунками.

**К. А. Горбунова**

### **ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ПРОХОДКЕ ТОННЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ КАРСТА**

При проходке канализационного коллектора щитовым способом по ул. Интернациональной (на пересечении с ул. Ульяновых) в г. Уфе в забое штольни на глубине 18,0 м от поверхности земли неожиданно открылась незаполненная карстовая полость размерами 2,0×3,5×2,5 м, что значительно осложнило проходку и даже вызвало остановку горных работ.

Полость расположена в нижней части забоя в трещиноватых глинисто-карбонатных породах (мергель, мергелистый известняк) нижнешешминского подгоризонта уфимского яруса. Проходческий щит находился в это время вблизи контакта упомянутых отложений с общесыртовыми глинами. Последние выполняют здесь древний врез в кровле уфимского яруса. Подземные воды в породах, слагающих забой штольни, сдренированы, но породы сильно увлажнены.

Происхождение полости связано с трещиной бортового отпора, образовавшейся на склоне древнего вреза в послепермское время, и последующим растворением карбонатной и выносом глинистой составляющих пород, слагающих ее стенки, в глыбь массива. Расширение трещины сопровождалось обрушением пород свода. Пробный налив воды показал, что породы в основании полости очень рыхлые.

Для продолжения проходки штольни было рекомендовано замкнуть полость песком до уровня —20 см ниже лотка штольни, а затем пропитать песок водно-цементной

пульпой для образования песчано-цементного камня непосредственно в полости; затем вдоль оси штольни создать монолитный железобетонный мостик с опорой на песчано-цементный камень и выходом его консолей во вмещающие полость породы.

Все эти рекомендации были выполнены проходчикам и через несколько дней проходческий щит благополучно миновал обнаруженную карстовую полость, пройдя по железобетонному мостику.

**А. И. Травкин, В. И. Мартин**

## **XI МЕЖДУНАРОДНЫЙ СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС (Китай, Пекин, 2—8 августа 1993 г.)**

2—8 августа 1993 г. в Пекине (Китай) состоялся XI Международный спелеологический конгресс, на котором присутствовало более 200 представителей из 36 стран.

В рамках конгресса прошло заседание Генеральной ассамблеи Международного спелеологического союза (МСС), где был рассмотрен отчет о деятельности союза и приняты новые члены: Вьетнам, Индия, Словения, Хорватия, Босния и Герцеговина, Чехия, Словакия, а также Россия, Украина, Литва, Узбекистан. Полномочные представители 33 стран избрали новый состав руководящих органов: президентом союза стал Паоло Фортн (Италия), почетным президентом — Х. Тримель (Австрия), вице-президентами — Джулия Джеймс (Австралия) и Х. Лабегалинн (Бразилия). Генеральным секретарем избран Павел Босак из Чехии. Членами бюро стали П. Берон (Болгария), Э. Эвис (Великобритания), С. Кравен (ЮАР), Ш. Чанг (Китай), У. Видмер (Швейцария), Х. Паласио (Мексика), Д. Лакинс (США), А. Климчук (Украина). Следующий Международный спелеологический конгресс состоится в 1997 г. в Швейцарии.

В работе XI конгресса приняли участие пермские ученые. Благодаря спонсорской поддержке АО Уралкалий и «Сильвинит», ряда других организаций в Пекин смогли поехать председатель комиссии по спелеотерапии Ассоциации спелеологов Урала профессор А. В. Туев, ученый секретарь этой же комиссии доктор технических наук Г. З. Файнбург, члены комиссии доцент Л. В. Верихова и Т. А. Жадова. Ими были сделаны доклады по проблемам использования калийных солей и подземного пространства калийных рудников в гуманитарных целях, в частности в спелеотерапии. А. В. Туев председательствовал на секции «Климат пещер и спелеотерапия», Г. З. Файнбург — «Предотвращение карстовых провалов и опустынивания». По инициативе Г. З. Файнбурга Россия была принята в члены МСС с уплатой взноса за 1993 г. Временно (до создания Российской федерации спелеологов) функции члена МСС возложены на Ассоциацию спелеологов Урала (АСУ).

**Г. З. Файнбург**

### **ЮБИЛЕИ**

**Николай Андреевич Гвоздецкий**  
(к 80-летию со дня рождения)

17 декабря 1993 г. в Московском обществе испытателей природы состоялась конференция «Проблемы изучения карстовых ландшафтов», посвященная юбилею профессора Московского университета, заслуженного деятеля науки Н. А. Гвоздецкого. Николай Андреевич известен как автор фундаментальных

исследований по карсту и спелеологии, таких как «Карст» (1950, 1954), «Проблемы изучения карста и практика» (1972), «Карстовые ландшафты» (1979), «Природа мира. Карст» (1981). Эти монографии обобщают не только литературные источники, но и результаты личных полевых исследований карстовых областей Кавказа, Крыма, Памира, Тянь-Шаня, Мангышлака, Восточно-Европейской равнины, Сибири, ряда стран центральной и северной Европы, Кубы. Выдающийся географ и картовед Н. А. Гвоздецкий создал школу картоведов-географов, успешно ведущих исследования карста как в карстовых районах России, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья. Научные достижения ученого отмечены двумя золотыми медалями Географического общества, дипломами, почетными званиями многих научных организаций, в том числе международных. Труды Николая Андреевича Гвоздецкого внесли существенный вклад в развитие наук о Земле.

**Вячеслав Семенович Лукин**  
(к 80-летию со дня рождения)

5 февраля 1994 г. исполняется 80 лет старшему научному сотруднику Кунгурского стационара УрО РАН В. С. Лукину, в течение многих лет возглавлявшему данную научную организацию. Вячеслав Семенович известен как автор работ о Кунгурской пещере, ее происхождении, микроклимате и ледяных образованиях, карстовых провалах и механизме их формирования, типах карста, инженерно-геологических условиях карстовых районов. Как специалист, обладающий огромным практическим опытом, он принимал участие и решении многих сложных вопросов, связанных с различными видами строительства в карстовых районах Урала и Приуралья. В. С. Лукин является автором не только научных, но и популярных работ, отчетов, многочисленных заключений по карсту. При его участии были организованы совещания по карсту, в том числе по инженерному картоведению. Коллеги благодарны Вячеславу Семеновичу за бескорыстную помощь в проведении исследований, ценные советы и консультации, предоставление материалов.

**Евгений Павлович Дорوفеев**  
(к 60-летию со дня рождения)

2 января 1994 г. исполняется 60 лет Е. П. Дорوفееву, научному сотруднику Кунгурского стационара УрО РАН. С его именем связаны многолетние исследования Кунгурской пещеры и Уфимского плато, В 1964 г. Евгением Павловичем составлен новый инструментальный план Кунгурской пещеры в масштабе 1:500, совмещенный с планом воронок надпещерного поля. В течение 35 лет он осуществляет режимные наблюдения в пещере за температурой, влажностью воздуха, оледенением, уровнем подземных озер и р. Сылвы, химическим составом воды, организует экспериментальные исследования по растворимости пород в подземных условиях. Е. П. Дорوفеев принимает участие в решении вопросов водоснабжения, оценки закарстованных территорий Приуралья. Большое внимание он уделяет экологии, охране окружающей среды. Достижения в области изучения карста и пещер отражены в более чем 50 опубликованных работах Е. П. Дорوفеева.

Сотрудники Института картоведения и спелеологии поздравляют Николая Андреевича Гвоздецкого, Вячеслава Семеновича Лукина, Евгения Павловича Дорوفеева с юбилейными датами и желают им дальнейших творческих успехов.

## БИБЛИОГРАФИЯ ПО ПЕЩЕРАМ И КАРСТУ

1987—1988 (дополнение)

### КНИГИ

- Андрейчук В. Н. Тектонический фактор и особенности сульфатного карста Буковины: Геология, геоморфология и гидрогеология карста. Свердловск, 1988. 67 с.
- Атаджанов И. И. Тайна карстовых вод. Ташкент: Узбекистан, 1987. 21 с. Узб.
- Атаджанов И. И. Секрет пещер и родников. Ташкент: Фан, 1988. 63 с. Узб.
- Гвоздецкий Н. А. Карстовые ландшафты. М.: МГУ, 1988. 111 с.
- Древний рудоносный карст/Прокопчук Б. И., Левин В. И., Метелкина М. П. и др. М.: Недра, 1988. 219 с.
- Катаев В. И., Печеркин А. И., Махорин Л. А. Изучение закарстованных и трещиноватых зон в инженерном карстоведении (на примере горноскладчатых областей): Учеб. пособие по спецкурсу. Пермь, 1987. 88 с.
- Лушник А. В., Лисиченко Г. В., Яковлев Е. А. Формирование режима подземных вод в районах развития активных геодинамических процессов. Киев: Наук. думка, 1988. 161 с. Библиогр.: с. 157—161 (124 назв.).
- Режимное изучение активного гипсового карста западных областей Украины/Климчук А. Б. и др. Киев, 1988. 53 с. (Препр. / АН УССР, Ин-т геол. наук; 88—44).
- Тинтилозов З. К. Карст и пещеры Бзыбского массива. Тбилиси: Мецниереба, 1988. 118 с. Груз. Рез. рус. Библиогр.: с. 114—118.
- Хейнсалю Ю. И. Пещеры Эстонской ССР. Таллин: Валгус, 1987. 159 с.
- Эрозионные и карстовые процессы на территории центра Русской равнины / АН СССР, Моск. фил. Геогр. о-ва СССР. М., 1987. 130 с.

### СТАТЬИ

- Иванченко В. Г. Проблемы изучения карста Алтая для целей рекреации // Региональное природопользование: проблемы методологии, методы: Тез. докл. к науч.-практ. конф. Барнаул, 1988. С. 74—75.
- Комплексное исследование недр Западного Урала — путь ускоренного развития народного хозяйства региона; Тез. докл. науч.-техн. совещ. (5—6 апр. 1988 г.). Пермь, 1988. 117 с.
- Из содерж.: Степанов И. С., Сычкин Г. П. Комплексное изучение карста — путь повышения эффективности поисков уральских россыпей алмазов и решения проблемы их первоисточников. С. 35; Бельтюков Г. В., Кустарева Е. М. Карст соляных куполов Южного Приуралья. С. 78—79; Коржик В. П., Минькевич И. И. К вопросу оценки спелеоресурсного потенциала карстовых полостей. С. 79—80; Андрейчук В. Н. Техногенная активизация обвальнo-провальных процессов над карстовой пещерой Золушка. С. 80—81; Печеркин А. И. Печеркина Л. В. Задачи инженерно-геологического исследования сульфатных закарстованных массивов С. 85; Костарев В. П., Димухаметов М. Ш., Малахова Т. Е. Карст Малой Шадейки. С. 87; Абросимов Э. И., Дерябина Г. В., Костарев В. П. К изучению карста пос. Нагорного (г. Кунгур).

Новые методы поисков, разведки и анализа месторождений полезных ископаемых в связи с комплексным изучением недр Западного Урала: Тез. докл. науч.-техн. совещ. (7—8 апр. 1987 г.). Пермь, 1987. 99 с.

Из содерж.: Коржик В. П., Минькевич И. И. О путях диагностирования размеров карстовой системы «Золушка». С. 66; Шувалов В. М., Середа М. С. Применение комплекса геофизических методов при проектировании гидротехнических сооружений на закарстованных территориях. С. 69—70.

Петренко С. И., Лебков Н. Н. Режимные инженерно-геологические наблюдения и я за карстово-суффозионными процессами на территории Центра Европейской части СССР // Проблемы инженерной географии: Инж.-геоморфол. и инж.-геол. аспекты. М., 1987. С. 198—200.

Соколов В. А., Жиров А. В. Комплексная оценка техногенного Карста в меломергельных породах Донбасса // Проблемы инженерной геологии, гидрогеологии и геокиологии районов интенсивной инженерной нагрузки и охрана геологической среды. Киев, 1988. Ч. 2. С. 147—149.

Современные проблемы инженерной геологии и гидрогеологии территории городов и городских агломераций. М.: Наука, 1987. 408 с.

Из содерж.: Кутепов В. М., Кожевникова В. Н. Прогноз развития техногенных процессов и пути управления устойчивостью закарстованных территорий. С. 26—27; Кожевникова И. А. Влияние особенностей развития палеодолин на условия развития карстово-суффозионных процессов. С. 130—131; Нещеткин О. Б. Выбор исходной информации для расчета пролета карстового провала, поражающего сооружение. С. 141; Резван В. Д. Опыт инженерно-геологической типизации подземных карстовых форм на примере территории городской агломерации Большого Сочи. С. 145; Толмачев В. В. Проблема внедрения результатов исследований в области инженерного карстования в практику градостроительства. С. 150—151; Беляев В. Л. Рациональное использование закарстованных территорий городов и городских агломераций. С. 239—240; Печеркин А. И. Инженерно-геологическое обоснование рационального размещения городской застройки на закарстованных территориях. С. 275—277; Аникеев А. В. Изучение устойчивости покровной толщи закарстованных территорий на моделях из эквивалентных материалов. С. 311—312; Кочев А. Д. Применение метода экспертных оценок при изучении и прогнозировании карстово-суффозионных процессов в пределах Московской городской агломерации. С. 364—365; Хоменко В. П. Прогноз карстово-суффозионных процессов и возможность управления их развитием. С. 381—382.

Тимофеев Н. М. Опыт разработки модели развития карста на примере г. Москвы и Подмосковья // Малые реки центра Русской равнины, их использование и охрана. М., 1988. С. 118—127.

Торсуев Н. П. Карстование на географическом факультете Казанского университета // Вопросы современной географии. Казань, 1988. С. 19—30.

Черныш И. В., Шигаров А. С. Пещера Геофизическая на хребте Кугитанг // Факторы и процессы ландшафтообразования. М., 1988. С. 135—141.

Экзогенные процессы и окружающая среда: Количественный анализ взаимодействия: Тез. докл. 19-го Пленума Геоморфол. комис. АН СССР. Казань, 1988. 157 с.

Из содерж.: Андричук В. Н. Антропогенная трансформация карста. С. 8; Дублянский В. Н., Вахрушев Б. Л., Лосева М. Н. Химическая денудация как мера интенсивности карстового процесса. С. 48—49; Кожеватов Е. Д. Статистический

анализ древнего карста Волго-Камского региона. С. 69; Костарев В. П. Опасные геологические процессы (ОГП) на территории г. Кунгура. С. 74—75; Степанов И. С., Сычкин Г. Н. Важнейшая особенность развития карстовых процессов и ее практическое значение (на примере Урала). С. 124; Торсуев Н. П., Гилязетдинов Р. Г., Фирсова Е. М. Внутригодовая зарегулированность карстовой денудации и окружающая среда. С. 130—131; Чикишев А. Г. Методы количественной оценки карстовых процессов. С. 145—146.

## ДЕПОНИРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

Пронин К. К. Карстовые пещеры в Одесской области. Ч. 1 / Одес. ун-т. Одесса, 1988. Деп. в Укр. НИИНТИ, № 1470—Ук. 88,

**1989**

## КНИГИ

Берсенов Ю. И. Карст Дальнего Востока. М.: Наука, 1989. 172 с.

Вопросы уральской спелеологии: Тез. докл. конф. (г. Кунгур, 16—17 дек. 1989 г.). Пермь, 1989. 52 с.

Герцен А. г., Махнева О. А. Пещерные города Крыма: Путеводитель. Симферополь: Таврия, 1989. 108 с: ил. Библиогр.: с. 99—102.

Карст Алтае-Саянской горной области и сопредельных горных стран: Тез. докл. к Всесоюз. науч.-практ. конф. «Проблемы горного природопользования», Горно-Алтайск, 23—25 мая, Барнаул, 1989. 142 с.

Кикан В. Я. Горы зовут: Альпинизм, скалолазание, горный туризм, спелеотуризм. Рига: Авотс, 1989. 211 с. Латыш.

Климчук А. Б. Роль приповерхностной зоны карстовых массивов в гидрогеологии и морфогенезе карста. Киев, 1989. 44 с. (Препр. / АН УССР, Ин-т геол. наук; 89—34). Библиогр.: С. 40—41 (32 назв.).

Кутепов В. М., Кожевникова В. Н. Устойчивость закарстованных территорий. М.: Наука, 1989. 149 с.

Кутырев Э. И., Михайлов Б. М., Ляхницкий Ю. С. Карстовые месторождения. Л.: Недра, 1989. 309 с. Библиогр.: с. 291—294.

Маматкулов М. М. Подземные карстовые полости — источники пресных вод. Ташкент: Фан, 1989. 64 с. Узб.

Минералы и отложения пещер и их практическое значение: Тез. докл. совещ. (г. Пермь, 27—28 сент. 1989 г.). Пермь, 1989. 83 с.

Михайлев В. П. Карст Киргизии. Фрунзе: Илим, 1989. 147 с.

Проблемы комплексного изучения карста горных стран: Сб. материалов Междунар. симпоз. спелеологов, Тбилиси—Цхалтубо—Сухуми, 5—12 окт., 1987. Тбилиси, 1989. 310 с.

Рудоносный карст Сибири: Сб. докл. совещ. «Проблемы рудоносного карста Сибири» (Новосибирск, 8—9 дек. 1987). Новосибирск, 1989. 176 с.

Саркисян Э. Г. Пещеры раскрывают свои тайны. Ереван: Айастан, 1989. 279 с. Арм.

Сборник докладов 10-го Международного спелеологического конгресса, Будапешт, 13—20 авг., 1989 г.: В 3 т. Будапешт, 1989. Т. 1. 1989. 320 с; Т. 2. 1989. С. 321—708.

Цыкин Р. А. Карст Сибири. Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1989. 154 с. Библиогр.: с. 148—153 (74 назв.).

## СТАТЬИ

Алексеев С. К., Кучиев И. Т., Попов К. П. Суадагская пещера-источник // Основные проблемы географии Центрального Кавказа. Орджоникидзе, 1989. С. 40—49.

Алиев А. А. Изученность карстового рельефа Азербайджанской ССР и его практическое значение // Изв. АН АзССР. Сер. наук о Земле. 1989. № 3. С. 35—40.

Бэк У., Диас Арена А. Карстовые ландшафты: ресурсы и проблемы // Природа и ресурсы. 1989. Т. 25, № 1—4. С. 30—38.

Горбунова К. А. Пещеры // Горн. энциклопедия. М., 1989. Т. 4. С. 95-98.

Горбунова К. А. Речной кальцит карстовых областей // Биохимические карбонаты антропогенных озер и источников. Пермь, 1989. С. 101 — 109.

Дублянский В. Н., Шипунова В. А., Вахрушев Б. А. Проблемы корреляции в геоморфологии карста // Проблема геоморфологической корреляции. М., 1989. С. 117—134.

Кикнадзе Т. З., Тинтилов З. К., Кипиани Ш. Я. О проблеме геоморфологической корреляции карстовых полостей и наземных уровенных поверхностей // Там же. С. 39—47.

Колосова Г. Н., Махова Ю. В. Карст Калбинского хребта (Восточный Казахстан) // Геоморфология. 1989. № 4. С. 91—95.

Кочетов Н. И. К проблеме геоструктурного районирования карста Западного Кавказа // Геоморфология. 1989. № 3. С. 71—75.

Маринин А. М. Проблемы изучения карста гор Южной Сибири // Проблемы горного природопользования: Тез. докл. к регион, конф. Барнаул, 1989. Ч. 2. С. 36—38.

Маринин А. М. Типология карста и новый тип карста в горах Алтая // Там же. С. 50—52.

Новые прогрессивные способы комплексного изучении недр Урала — путь ускоренного развития народного хозяйства региона: Тез. докл. науч - техн. совещ. (11 — 12 апр. 1989 г.). Пермь, 1989. 123 с.

Из содерж.: Коржик В. П., Минькевич И. И. О возможности использования картографического метода при изучении спелеоресурсов. С 53—54; Костарев В. П. Рудоносный карст восточного склона Урала (К 85-летию Г. А. Максимовича). С. 54—55; Бельтюков Г. В. Современные карстовые процессы в солях северной части Предуральяского прогиба. С. 56—57; Шимановский Л. А., Сычкина Г. А. К характеристике глубинной закарстованности междуречья Сылвы и Шаквы. С. 60—62; Печеркин И. А., Печеркин А. И. Особенности развития покрытого карста. С. 73—74; Кирилев А. А. Дешифрирование аэро- и космических снимков на основе оптико-электронного анализа изображений при инженерно-геологической оценке закарстованных территорий. С. 76; Костарев В. П., Малахов В. Е. Методы геофизики в инженерно-геологических изысканиях на закарстованных территориях Приуралья. С. 77; Тычина О. В. Оценка активного сульфатного карста. С. 78; Закоптелов В. Е., Дергачев С. Н. Изучение развития палеокарста мела с помощью базы данных «Карст». С. 78—79; Кирилев Д. Л., Закоптелов В. Е. Прогнозирование зон интенсивного развития карстовых процессов дистанционными методами. С. 79.

Печеркин И. Д., Кутепов В. М., Кожевникова В. П., Печеркин Л. И. Карстово-суффозионные процессы и их прогноз // Инженерная геология и геологическая среда:

Докл. сов. геологов на 28-й сессии Междунар. геол. конгр. (Вашингтон, июль 1989). М., 1989. С. 86—96.

Проблемы инженерной геологии, гидрогеологии и геокриологии районов интенсивной инженерной нагрузки и охрана геологической среды: Тез. докл I Всесоюз. съезда инж.-геологов, гидрогеологов и геокриологов. Киев, 10—14 окт. 1988: В 6 ч. Ч. 3. Киев, 1989. 277 с.

Из содерж.: Андрейчук В. Н. Антропогенный карст: сущность и значение. С. 21—23; Кожевникова В. Н. Влияние нарушенного режима подземных вод на возникновение и развитие карстово-суффозионных процессов. С. 114—115; Кутепов В. М. Роль подземных вод в распределении и изменении, напряжений в массивах горных пород на закарстованных территориях. С. 136—138; Печеркина Л. В. Влияние искусственного водопонижения на режим трещинно-карстовых вод (на примере Кизеловского каменноугольного бассейна). С. 186—188.

Роль подземной гидросферы в истории Земли: Всесоюз. семинар, посвящ. памяти Б. Л. Литкова: Тез. докл. Л., 1989. 124 с.

Из содерж.: Горбунова К. Д., Максимович Н. Г. Направленность изменения земной коры в областях развития карста. С. 80—82; Коржик В. П., Минькевич И. И. Карстовые воды в эволюции геологической среды Буковины. С. 89—90.

Хаустов В. В., Филонова М. А. О карстообразовании на месторождении Тырнауз (Северный Кавказ) // Вестн. ЛГУ. Сер. 7. География. 1989. № 1. С. 74—76.

Шестов И. Н. Гидрогеохимия карстовых озер Прикамья // Биохимические карбонаты антропогенных озер и источников. Пермь, 1989. С. 20—29.

## ДЕПОНИРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

Дублянский В. Н. и др. Микроклимат карстовых полостей Горного Крыма. Симферополь, 1989. 132 с. Деп. в УкрНИИТИ, № 2495—Ук. 89.

Корсакова О. П. Рельефообразующая роль суффозионных процессов // Вопросы динамики рельефообразования процессов. М., 1989. С. 14—18. Деп. в ВИНТИ 06.03.1989, № 1489—В89.

Михайлев А. Н., Дублянский В. Н. Основные условия и ведущие факторы развития карста. Симферополь, 1989. 43 с. Деп. в УкрНИИТИ, № 2060 — Ук. 89.

Михно В. Б. Географические условия, предопределяющие развитие мелового карста / Воронеж, ун-т. Воронеж, 1989. 29 с, Библиогр.: 50 назв, Деп. в ВИНТИ 31.05.89, № 3609—В—89.

Михно В. Б. Морфолого-генетические особенности мелового карста Русской равнины / Воронеж, ун-т, Воронеж, 1989 15 с. Библиогр.: 28 назв. Деп. в ВИНТИ 31.05.89, № 3610 — В—89.

Пронин К. К. Гроты острова Змеиный. Одесса, 1989. .Деп. и ГАСНТИ, № 2490—89.

## 1990

### КНИГИ

Абдужабарон М. А. Карст гор Южного Узбекистана: (Анализ природ, факторов формирования). Ташкент: Фан, 1990. 112 с. Библиогр.: с. 106—1.12.

Горбунова К. А., Максимович Н. Г., Андрейчук В. Н. Техногенное воздействие на геологическую среду Пермской области: Препр. Свердловск, 1990. 44 с.

Деревянко Д. П., Гричан Ю. В. Исследование пещеры Каминная; Предварит. итоги раскопок и 1983—1988 гг. (Плейстоценовая толща). Новосибирск, 1990. 59 с.

Дублянский Ю. В. Закономерности формирования и моделирование гидротермокарста. Новосибирск: Наука, 1990. 151 с.

Дудашвили С. Д., Михайлев В. Н. В лабиринтах небесных гор. Фрунзе: Кыргызстан, 1990. 139 с.

Защита зданий и сооружений, возводимых в карстовых и оползневых районах; Сб. науч. тр. Киев, 1990. 127 с.

Катастрофы и аварии на закарстованных территориях: Тез докл. совещ. (г. Пермь, 15—16 нояб. 1990 г.). Пермь, 1990. 99 с.

Кипиани Г. Г. Пещерная базилика Уплисхихе: Препр. Тбилиси, 1990. 12 с. Груз. Рез. рус.

Мазинг М. В. Петеры Эстонии — уникальные места массовой зимовки рукокрылых. Тарту; [Таллин], 1990. 82 с. Библиогр.: с. 62—68.

Михно В. Б. Карстово-меловые геосистемы Русской равнины. Воронеж: Изд-во Воронеж, ун-та, 1990. 200 с. Библиогр.: с. 190—199.

Пещеры [Вып. 22]: Проблемы изучения: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм, ун-т. Пермь, 1990. 153 с.

Проблемы геометеорологии и аккумуляции зимнего холода: Сб. науч. тр./АН СССР, Урал, отд-ние. Свердловск, 1990. 119 с.

Противокарстовая защита объектов строительства: Материалы Всесоюз. совет. 4—7 сент. 1990 г. Куйбышев, 1990. 169 с.

Сборник докладов 10-го Международного спелеологического конгресса, Будапешт, 13—20 авг. 1989 г.: В 3 т. Будапешт, 1989—1990. Т. 3. 1990. С. 709—885.

Серафимов К. Б., Резва и В. Д. Проведение учебных занятий по тактико-техническому описанию спелеотуристических маршрутов: (Метод, рекомендации). М., 1990. 71 с.

Толмачев В. В., Ройтер Ф. Инженерное карстование. М.: Недра; Берлин: Akademie, 1990. 151 с. Библиогр.: с. 148—150 (50 назв.).

Гидротермокарст: Библиогр. указ. за 1894—1989 гг. / Сост. Дублянский Ю. В. Новосибирск, 1990. 55 с.

## СТАТЬИ

Берсенев Ю. И. О специфике карстовой денудации на юге Дальнего Востока // Региональные и локальные аспекты экзогенного рельефообразования на Дальнем Востоке. Владивосток, 1990. С. 79—87.

Берсенев Ю. И. Районирование карста южной части советского Дальнего Востока // Там же. С. 94—101.

Берсенев Ю. И. Позднекайнозойский карст юго-восточной части Сибирской платформы // Вопросы стратиграфии и палеогеографии Дальнего Востока. Владивосток, 1990. С. 95—110.

Гвоздецкий Н. А. Карстологическая конференция в Горно-Алтайске, 23—24 мая 1989 г. // Вести. МГУ. Сер. 5. География. 1990. № 2. С. 111 — 112.

Гергедава Б. А. Основные условия возникновения форм карстовых пещер // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. 1990. Т. 122, № 4. С. 341—344.

Гордон А. Этот опасный карст. Проектирование и строительство на закарстованных территориях Москвы // Архитектура и стр-во Москвы. 1990. № 4. С. 7—8.

Климчук А. Б. Артезианское происхождение крупных лабиринтовых пещер в миоценовых гипсах западных областей Украины // ДАН УССР. Сер. 13. Геол., хим. и биол. науки. 1990. № 7. С. 28—32.

Маматкулов М. М. К вопросу корреляции пещерных этажей с речными террасами // Изв. Узбекист. геогр. о-ва. 1990. Т. 16. С. 21—25.

Мусин А. г., Кирсанов В. К. Особенности карста северной части Валдайской возвышенности // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1990 № 6. С. 101 — 108.

Охрана геологической среды в связи с народнохозяйственным освоением Прикамья: Тез. докл. науч.-техн. совещ. (10—11 апр. 1990 г). Пермь, 1990. 97 с.

Из содерж.: Костарев В. П. Карстомониторинг — основа оптимизации строительного освоения закарстованных территорий. С. 40—42; Печеркина Л. В. Вопросы охраны закарстованных территории. С. 42; Шимановский Л. А., Сычкина Г. А., Плескач С. А. Анализ карты подошвы обвально-карстовых отложений междуречья Сылвы и Шаквы. С. 63—64; Дорофеев Е. П., Лукин В. С. Перспективы освоения закарстованных территорий. С. 65.

Печеркин А. И, Типы рельефа закарстованных массивов // Землеведение. 1990. № 17/57. С. 147—152.

Пещеры Армении и условия их образования / Бальян С. П., Саркисян Э. Г., Ваян Р. А. и др. // Экологические и медико-географические проблемы природопользования Закавказья. Ереван, 1990. С 111—116.

Тинтилозов З. К., Кипиани Ш. Я, Цикаришвили К. Д. Экзогенный морфогенез в карстовых районах Б. Кавказа и вопросы рационального использования карстового рельефа // Экзогенный морфогенез в различных типах природной среды. М., 1990. С. 215—216.

Торсуев Н. П. Концептуальная модель географического прогноза карстовых систем // Информационные аспекты регионального природопользования. Саранск, 1990. С. 33—38.

Трацевска Л. П. Карст на территории Латвии // Науч. тр./Лати. ун-т. Геогр. фак. 1990. № 547. С. 32—43.

Федин В. П., Бушмакин А. Г. Естественный и техногенный карст Туркменистана // Проблемы освоения пустынь. 1990. № 4. С. 11 —19.

Черныш И. В. Пещера Геофизическая // Землеведение. 1990. № 17/ 57. С. 159—160.

Чикишев А. Г. Карст Среднерусской и Калачской возвышенностей // Ландшафты Московской области и Подмосковья, их использование и охрана. М., 1990, С. 118-123.

## ДЕПониРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

Амеличев Г. Н. и др. Амткельская карстовая водоносная система. Симферополь, 1990. 38 с. Деп. в УкрНИИИТИ, № 895— Ук 90.

Дублянский В. Н., Михайлев А. Н. Моделирование и карстологии. Симферополь, 1990. 63 с. Деп. в УкрНИИИТИ, № 891—Ук 90.

Пронин К. К. Карстовые пещеры в Одесской области. Ч. 2 / Одес. ун-т, Одесса, 1990. 22 с. Деп. в УкрНИИИТИ 18.05.90, № 882—Ук 90.

Пронин К. К. Малые Аджимушкайские каменоломни. Одесса, 1990. Деп. и УкрНИИИТИ, № 1180—Ук 90.

## 1991 КНИГИ

Андрейчук В. Н. Образование провалов над пещерой Золушка. Свердловск: Изд-во УрО АН СССР, 1991. 51 с.

Андрейчук В. Н. Определение антропогенного карста/АН СССР. Урал, отд-ние, горн. ин-т, Кунгур, 1991. 88 с. Библиогр.: с. 83—87.

Андрейчук В. Н., Бендерев А. Д. Региональные особенности антропогенного воздействия на карст горных стран. Свердловск, 1991. 134 с.

Горбунова К. А., Максимович Н. Г. В мире карста и пещер. Пермь: Изд-во Том ун-та. Перм. отд-ние, 1991. 120 с. Библиогр.: с. 118—119.

Дублянский В. Н., Андрейчук В. Н. Терминология спелеологии: (Информ. материалы): Словарь-справочник. / Отв. ред. И. А. Печеркин. Кунгур, 1991. 202 с.

Изучение и использование карста Западного Кавказа: (Материалы 3-го регион. карст.-спелеол. совещ.). Сочи, 1991. 152 с.

Клименко В. И., Резван В. Д., Дублянский В. Н. Инженерно-геологическое районирование территории развития горного известнякового карста для обоснования защитных мероприятий. (На примере Большого Сочи): Метод, рекомендации. Сочи, 1991.

Кн. 1. 116 с.

Кн. 2: (Приложение). 56 с.

Козлова Н. О чем не сказала богиня: Науч.-попул. повествование о спелеологии. Красноярск, 1991. 176 с. Библиогр.: с. 175.

Обстановки карстогенеза: глубинный карст, эндокарст, гидротермокарст: Тез. докл. регион. соisein. (г. Кунгур, март 1991 г.). Кунгур, 1991. 102 с.

Тимофеев Д. А., Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З. Терминология карста. Материалы по гсоморфол. терминологии. М: Наука, 1991. 258 с. Библиогр.: с. 204—218.

Хведченя С. Б. Древние карты раскрывают тайны Лаврских пещер. Киев: Знание Украины, 1991. 31 с. Укр.

Дорофеев Е. П., Андрейчук В. Н. Кунгурская ледяная пещера: Библиогр. справочник. Кунгур, 1991. 41 с.

## СТАТЬИ

Абдужабаров М. А. Количественная характеристика карста гор Южного Узбекистана // Изв. Узбекист. геогр. о-ва. 1991. Т. 17. С. 24—27.

Геологические исследования и охрана окружающей среды на Западном Урале: Тез. докл. науч.-техн. конф. (16—18 окт. 1991 г.). Пермь, 1991. 92 с.

Из содерж.: Печеркин И. А. Гидрогеология мелового карста Русской платформы. С. 32—33; Шимановский Л. А., Антропов В. А. Карстовый провал на Чусовской стрелке в д. Городище. С. 47—48; Алексеева О. Л. Плотность суффозионно-карстовых воронок Полозненского полуострова. С. 48.

Геозкологии: проблемы и решения: Тез. докл. и сообщ. Всесоюз. науч.-техн. конф. М., 1991.

Из содерж.: Кочев А. Д. Комплексное изучение карстово-суффозионных процессов на территории г. Москвы. С. 39—40; Паукштис Б. П. Система наблюдения для оценки и прогноза техногенной активизации гипсового карста северной Литвы. С. 64—65.

Горбунова К. Д., Минькевич И. И. Пермская школа карстоведов // Пермский университет — науке и производству Пермь, 1991. С. 106—109.

Горбунова К. А., Максимович Н. Г. Техногенное воздействие на закарстованные территории Пермской области // География и природ. ресурсы. 1991. № 3. С. 42—46.

Дорофеев Е. П. Наледи Кунгурской пещеры // Проблемы наледоведения. Новосибирск. 1991. С. 181—188.

Дублянский В. П., Вахрушев Б. А. Использование и охрана карстовых полостей Крыма // Экологические аспекты охраны природы Крыма. Киев, 1991. С. 4—10.

Короткевич г. В. Профильные зоны карста в каменной соли и гидрогеологические условия карстовых районов // Гидрогеология и гидрогеохимия. 1991. Вып. 3. С. 73—86. Библиогр.: 13 назв.

Котюх Л. А., Монахов А. К. Изучение карстово-суффозионных проявлений по радиолокационным аэрофотосъемкам // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1991. № 2. С. 84—88. Библиогр.: 11 назв.

Крайнер Н. П. Ломоносов и учение о карсте // Геоморфология. 1991. № 4. С. 99—106. Библиогр.: 54 назв.

Кутепов В. М., Кожевникова В. Н., Кожевникова И. А. Реализация идей И. В. Попова при изучении и прогнозировании карстовых явлений // Проблемы инженерной геологии. М., 1991. С. 112—125. Библиогр.: 22 назв.

Лозовой С. П. Ледниково-карстовый рельеф карбонатных массивов высокогорий Западного Кавказа (на примере Лагонакского нагорья) // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. геологии. 1991. Т. 66, № 2. С. 136—137.

Малков В. П., Шаврина Е. В. Голубинские пещеры на р. Пинеге // Социально-экономические проблемы Европейского Севера. Архангельск, 1991. С. 175—191.

Мусин А. С. Сравнительно-географический анализ равнинного карста Высокого Заволжья и горного карста Северо-Восточного Кавказа // Природа и хозяйство Чечено-Ингушской АССР. 1991. № 6. С. 69—78.

Неулыбина А. А., Сивинцев М. Ю. Карстовые ландшафты Пермской области— уникальные природные системы (вопросы исследования, использования, охраны) // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь, 1991. С. 24—31.

Ожигбесов В. П., Софроницкий П. А., Дорофеев Е. П. Кунгурская ледяная пещера // Пермская система земного шара: Междунар. конгр.: Путеводитель геол. экскурсий. Свердловск, 1991. Ч. 3. С. 56—57.

Пермская система земного шара: Междунар. конгр. 5—10 авг. 1991 г., г. Пермь: Тез. докл. Свердловск, 1991. 267 с.

Из содерж.: Богатырева О. А., Быков В. Н., Дозорцев Р. Н. Глубинный карст Пермского Предуралья. С. 243; Костарев В. П., Димухаметов М. Ш. К оценке карстоопасности на территориях распространения обвального-карстового образования в пермских отложениях Приуралья. С. 244; Лукин В. С. Изменение вещественного состава и форм залегания карбонатно-галогеенных толщ в карстосфере. С. 245; Печеркин А. И., Печеркин И. А., Маклашин А. В. Роль тектоники и трещиноватости в экзогенном преобразовании геологического строения пермских отложений в междуречье Камы и Чусовой.

С. 246: Шимановский Л. А., Сычкина Г. А. Карст пермских отложений Уфимского плато и Юрюзано-Сылвенской депрессии. С. 247.

Проблемы техногенного изменения геологической среды и охраны недр в горнодобывающих регионах: Тез. докл. регион. совет. Пермь, 1991. 162 с.

Из содерж.: Печеркин А. И., Печеркин И. А. Особенности прогноза техногенеза в закарстованных регионах. С. 31—32; Захарова В. Я. Влияние соляного карста антропогенного происхождения на качество подземных вод в районе г. Соль-Илецка. С. 99—100.

Свет: Вестн. Киев, карст. - спелеол. центра. Киев, 1991. №1 (июль-сентябрь). 23 с; № 2 (октябрь—декабрь). 27 с.

Хронология голоценовых процессов провалообразования в пеплах Камчатки и их прогноз в историческое время / Дмитриев В. Д., Ловелиус Н. В., Сорокина В. К. и др. // Стратиграфия и корреляция четвертичных отложений Азии и Тихоокеанского региона. М., 1991. С. 138—142.

Шурубор А. В., Шестов И. Н. Минеральные лечебные и промышленные воды — одно из научных направлений исследования карстовых процессов // Пермский университет — науке и производству. Пермь, 1991. С. 86—88.

## ДЕПОНИРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Карст юго-запада Европейской части СССР: (опыт картографирования, районирования и инженерно-геологической оценки). Симферополь. 1991. 155 с. Библиогр.: 146 назв. Деп. в УкрНИИНТИ 08.10.91, № 1325.

Кадастр пещер СССР в конгломератах в песчаниках/Дублянский В. Н., Гергедава Б. А., Амеличев Г. Н. и др. Красноярск, 1991. 152 с. Библиогр.: 82 назв. Деп. в ВИНТИ 23.05.91, № 2118-В-91.

Карст Бзыбского массива (Зап. Абхазия) /Дублянский В. П., Амеличев Г. Н., Вахрушев Б. А. и др. Симферополь, 1991. 265 с. Деп. в УкрНИИНТИ, № 1074—Ук—91.

Пронин К. К. Каменоломни Одессы. Одесса, 1991. Деп. в УкрНИИНТИ 10.01.91, 107, Ук—91.

## 1992

### КНИГИ

Гидрогеология и карстование. Катастрофы и аварий на закарстованных территориях: Межвуз. сб. науч. тр./Перм. ун-т. Пермь, 1992. 136 с.

Изучение уральских пещер: Докл. 2-й и 3-й конф. спелеологов Урала. Пермь, 1992. 136 с.

Карст в земной коре: распространение и основные типы / Ежов Ю. А., Лысенин Г. П., Андрейчук В. Н., Дублянский Ю. В. Новосибирск, 1992. 76 с.

Карст и пещеры Пермской области / Горбунова К. А., Андрейчук В. П., Костарев В. П., Максимович Н. Г. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1992. 200 с.

Научно-технический семинар «Опасные геологические процессы в Уральском регионе и геоэкологические исследования»: Тез. докл. и общ. 20 мая 1992 г. Екатеринбург, 1992. 53 с.

Проблема псевдокарста: Тез. докл. совет, (г. Кунгур, 15—16 дек. 1992 г.). Пермь, 1992. 82 с.

Проблемы гидрогеоэкологии Башкирии: Тез. докл. и сообщ. науч.- практ. конф. «Геоэкологические проблемы в условиях развития опасных геологических процессов в Башкирии». Уфа, - 1992. 97 с.

Тезисы докладов Международного симпозиума «Инженерная геология карста». Пермь, 1992. 175 с.

## СТАТЬИ

Гвоздецкий Н. А. Типы карста и карстовые формы западной половины Большого Кавказа // Вести. МГУ. Сер. 5. 1992. № 2, С. 107.

Дублянская Г. Н., Дублянский В. Н. Генезис и история развития Кунгурской пещеры // Изв. Рвс. геогр. о-ва. 1992., Т. 124, вып. 4. С. 347—352.

Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Терминологические проблемы карстологии и спелеологии // Понятийно-терминологические проблемы гидрогеологии и инженерной геологии. М., 1992. С. 85 — 92.

Киселев И. И. Древний карст Карело-Кольского региона // Геоморфология. 1992. № 1. С. 50—56.

Комплексное крупномасштабное геолого-геофизическое районирование при изучении и прогнозе карстово-суффозионных процессов на территории г. Москвы /Богословский В. А., Григорьева Р. П., Иванова Е. В. и др. // Инж. геология. 1992. № 2. С. 51—70.

Короткевич Г. В. Вертикальная зональность соляного карста // Сов. геология. 1992. № 1. С. 63—68.

Кюнтцель В. В., Матвеев В. С., Селюков Е. И. Эндогеодинамические факторы развития карста и их изучение // Инж. геология. 1992. № 1. С. 56—64.  
Свет: Вестн. Киев. карст.-спелеол. центра. Киев, 1992.

№ 1 (3). 27 с.

№ 2 (4). 25 с.

№ 3 (5). 25 с.

№ 4 (6). 45 с.

Смирнов А. И. Стационарные наблюдения за карстопроявлениями на Уфимском карстовом косогоре // Инж. геология. 1992. № 2. С. 50—56.

Файнбург Г. З., Минькевич И. И., Красноштейн М. А. Проблемы использования подземного пространства в гуманитарных целях // Человеческое измерение региональных проблем. Биробиджан, 1992. Ч. 1. С. 50-54.

## ДЕПОНИРОВАННЫЕ РУКОПИСИ

Дублянский В. Н. Красная пещера. (Опыт комплексных геолого-геофизических и карстолого-гидрогеологических исследований). Симферополь, 1992. 201 с. Деп. УкрНИИТИ 12.01.92, № 1552 Ук—92.

Суходей А. Д., Суходей Л. Н. Летучие мыши пещер. Киев. 1992. 28 с. Деп. в ККСЦ, № 1.

Суходей А. Д., Суходей Л. Н. Опасности подземного мира. Ч. 1. Среда, климат, рельеф: Метод, рекомендации. Киев, 1992. 30 с. Деп. в ККСЦ, № 2.

Суходей Л. Н. Освещение спелеолога. Киев, 1992. 53 с. Ден. в ККСЦ, № 3.

Суходей А. Д., Суходей Л. П. Пещерное искусство. Киев, 1992. 48 с. Деп. в ККСЦ, № 4.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В сборнике публикуются результаты исследования пещер по комплексной программе Института карстоведения и спелеологии, объединяющего научных работников и сотрудников вузов, научно-исследовательских и производственных организаций России, таких как Пермский университет, Кунгурский стационар ГИ УрО РАН, ВерхнекамТИСИз (Пермь), ЗапУралТИСИз (Уфа), Институт географии РАН (Москва), Красноярский институт цветных металлов, Институт минералогии и петрографии СО РАН (Новосибирск), Восточно-Сибирский институт геологии, геофизики и минерального сырья (Иркутск), а также Симферопольский и Черновицкий университеты (Украина).

Материалы сборника используются проектными организациями, ведущими изыскания в карстовых районах, при оценке устойчивости закарстованных территорий, на которых осуществляется гражданское, промышленное и другие виды строительства. Изучение пещер горных массивов позволяет более эффективно решать вопросы охраны карстовых вод. Данные о пещерах, несомненно, заинтересуют туристские организации, разрабатывающие маршруты по территории рассмотренных регионов. Новые сведения о пещерах найдут отражение в учебных курсах «Общая геология», «Гидрогеология», «Геоморфология», читаемых на геологических и географических факультетах вузов.

Приведенная библиография по карсту и спелеологии облегчит поиск необходимой литературы при выполнении работ по карстовой тематике.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
<b>Пещеры</b>	
Лавров И. А., Андрейчук В. Н. Пещеры Урала и Приуралья	6
Мартин В. И., Смирнов А. И., Соколов Ю. В. Пещеры Башкирии	30
Цыкин Р. А. Пещеры Алтае-Саянской горной области	59
Филиппов А. Г. Пещеры Иркутской области	71
Филиппов А. Г. Пещеры Бурятии	83
Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Пещеры Крыма	93
Вахрушев Б. А., Дублянский В. Н., Амеличев Г. Н. Карстовые пещеры высокогорий Бзыбского хребта (Западный Кавказ)	103
<b>Кунгурская ледяная пещера</b>	
Горбунова К. А. Дорофеев Е. П., Максимович Н. Г. Кунгурская пещера как объект научных исследований	113
Катаев В. Н. Структурно-тектонические условия формирования Кунгурской пещеры	121
Дорофеев Е. П., Мавлюдов Б. Р. Динамика оледенения Кунгурской пещеры	131
Горбунова К. А., Дорофеев Е. П., Минькевич И. И. Экспериментальное изучение растворимости сульфатных пород подземными водами в Кунгурской пещере	140
Пашенко С. Э., Андрейчук В. Н., Дублянский Ю. В. Аэрозоли в Кунгурской ледяной пещере	149
Лукин В. С., Дорофеев Е. П. Поиски, съемка и работы по благоустройству в Кунгурской ледяной пещере	156
<b>Спелеотерапия</b>	
Красноштейн А. Е., Папулов Л. М., Минькевич И. И. Возникновение и развитие спелеотерапии с использованием лечебных свойств калийных солей	165
Файнбург Г. З., Папулов Л. М., Николаев А. С. Основные физико-химические факторы спелеотерапии в условиях калийного рудника	170
<b>Вопросы охраны пещер</b>	
Берсенев Ю. И. Охрана пещер и России (юридические аспекты)	174
<b>Рецензии и новости спелеологии</b>	
Долгожданый справочник	177
Катастрофы и аварии на закарстованных территориях	178
Монография о карсте и пещерах Пермской области	178
Новое издание по соляному карсту	179
Новая книга о карсте	180
«Свет» необходим каждому спелеологу	180
Спелеологический словарь-справочник	180
Инженерная геология карста	181
Карст Китая	181
Проблема палеокарста в Тибете	182
Карст Гуилиня	182
Геология, климат, гидрология и формирование карста: полевые симпозиумы в Австралии: Путеводитель	183
Доклады XI Международного спелеологического конгресса	184
Наши Ямы	185
Осложнения при проходке тоннелей в условиях развития карста	185
	200

XI Международный спелеологический конгресс	186
Юбилей	186
Библиография по пещерам и карсту	188
Заключение	199

## CONTENTS

Preface	5
<b>Caves</b>	
I. A. Lavrov, V. N. Andreytchuk. Caves of the Urals and Priuraliye	6
V. I. Martin, A. I. Smirnov, Y. V. Sokolov Caves of the Bashkirija	30
R. A. Tsykin. Caves of Altaye-Sayanskaya mountain region	59
A. G. Philippov. Caves of Jrkutsk region	71
A. G. Philippov Caves of the Bunatija	83
V. N. Dubljansky, G. N. Dubljansky Caves of the Crimea	93
B. A., Vakhrushev, V. N. Dubljansky, G. N. Amelichev Karst caves of Bzybsky ridge (the Western Caucasus)	103
<b>Kungur Ice cave</b>	
K. A. Gorbunova, F. P. Dorofeev, N. G. Maximovich. Kungur Ice cave as the object of investigations	113
V. N. Katayev. Structural-tectonic conditions of Kungur cave forming	121
E. P. Dorofeev, B. R. Mavlyudo v. Dynamics of Kungur cave glaciation	131
K. A. Gorbunova, E. P. Dorofeev, I. I. Minkevich. Experimental study of sulfate rocks solubility by groundwaters in Kungur cave	140
S. E. Pashchenko, V. N. Andreytchuk, Y. V. Dubljansky. Aerosols in Kungur Ice cave	149
V. S. Lukin, E. P. Dorofeev. Exploration, survey and organization of public amenities in Kungur Ice cave	156
<b>Speleothrapy</b>	
A. E. Krasnoshtein, L. M. Papulov, I. I. Minkevich. Origin and development of speleotherapy using the curative properties of potash	165
G. Z. Fainburg, L. M. Papulov. A. S. Nikolacv. Main physico-chemical factors of speleotherapy under conditions of potash mine	170
<b>Conservation of caves</b>	
Y. I. Bersenev Conservation of caves in Russia (juridical aspects)	174
<b>Reviews and speleology news</b>	
Long-awaited reference book	177
Catastrophes and accidents in the karst areas	178
Monograph on karst and caves of Perm region	178
New issue on salt karst areas	179
Speleologic reference dictionary	180
New book on karst	180
«Svet» is necessary to each speleologist	180
Engineering geology of karst	181
Karst of China	181
Problem of paleokarst in Tibet	182
Karst of Guilin	182
Geology, climate, hydrology and forming of karst: field excursions in Australia. A guide to symposium	183

Nase Jame	185
<b>Bibliography</b>	
Literature on caves and karst	188
Conclusion	199

## **Пещеры. Итоги исследований**

Межвузовский сборник научных трудов

Редактор Е. А. Огиенко

Технический редактор Л. Г. Подорова

Корректоры Г. А. Ковальчук, Е. Е. Покровская

ИБ № 19

Сдано в набор 02.09.93. Подписано в печать 10.12.93.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. тип. № 2. Печать высокая.

Гарнитура литературная. Усл. печ. л. 11,86.

Уч.-изд л. 11,5. Тираж 1000 экз. Заказ 382. С. 26.

Лицензия ЛР № 020409 от 12.02.92.

Редакционно-издательский отдел Пермского университета.  
614600. Пермь, ул. Букирева, 15

Типография Пермского университета  
614600. Пермь, ул. Букирева, 15

## **СПЕЛЕОТЕРАПИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ КАК В ГЛУБОКОМ КАЛИЙНОМ РУДНИКЕ!**

Лидер российской калийной промышленности — АО Уралкалий.

**ПРЕДЛАГАЕТ** проектирование и строительство наземных спльвивитовых спелеоклиматических камер на основе использования уникальных свойств природных минералов и пород Березниковского калийного месторождения.

**СПЕЛЕОТЕРАПИЯ** в спльвивитовых камерах — новый эффективный немедикаментозный способ безболезненного лечения различных аллергопатий и хронических неспецифических заболеваний легких.

**ЛЕЧЕБНЫЙ ЭФФЕКТ** спелеотерапии обусловлен стерильностью воздуха камеры и его насыщенностью легкими отрицательными аэроионами, наличием респирабельных соляных (натрий-хлор, калий-хлор, магний-хлор) аэрозолей и т. п.

**ВОЗДУШНАЯ СРЕДА** камеры по своим параметрам аналогична рудничной атмосфере калийных спелеолечебниц, лечебные свойства которой апробированы в течение более чем пятнадцатилетней практики. Настройку аэрофизических факторов лечения в спелеокамерах и последующий мониторинг осуществляют квалифицированные сотрудники Горного института УрО РАН с помощью уникального оборудования.

**ПОТРЕБНОСТЬ В СПЕЛЕОТЕРАПИИ** огромна в силу существования миллионов больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких, ринусопатией, поллипозами и т. п. и ее немедикаментозности «оздоровительного эффекта», мягкого воздействия природных факторов, высокой эффективности, способности заменить воздух любого горного или морского курорта.

**МЕТОДИКА ЛЕЧЕНИЯ** разработана Пермским государственным медицинским институтом Минздрава РФ и апробирована многолетней практикой.

**КУПИВ СПЛЬВИНИТОВУЮ СПЕЛЕОКЛИМАТИЧЕСКУЮ КАМЕРУ,** Вы сможете помочь и взрослым, и детям, надолго избавив их от мучительных приступов астмы или проявления аллергии.

**ОБРАЩАЙТЕСЬ** по адресу: 618418, г. Березники Пермской обл., ул. Пятилетки, д. 63. Телефон (8242) 3-22-01. Телетайп 634057 634067 ВОЛГА.

