

УДК 551.435.8 (470.57)

А. И. Смирнов

ОТКРЫТЫЙ СУЛЬФАТНЫЙ КАРСТ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Аннотация. Приведена характеристика карстопоявлений открытого сульфатного карста Южного Предуралья, определены районы их распространения и закономерности развития, которые обусловлены структурно-текстурными особенностями карстующихся гипсов и характером их залегания.

Ключевые слова: открытый сульфатный карст, Южное Предуралье, Курманаевский и Ишеевский участки, пещеры, коррозионно-эрозионные колодцы.

На территории Республики Башкортостан (РБ) карст развит достаточно широко — почти на 50% ее площади распространены карстующиеся породы [Абдрахманов и др., 2002]. Поверхностные проявления карстового процесса встречаются на 30% территории Башкортостана [Смирнов, 2004]. При этом 90% территории РБ поражено карстопоявлениями сульфатного карста.

По степени перекрытости карстующихся гипсов и ангидритов некарстующимися породами в Южном Предуралье распространены открытый, покрытый, перекрытый и закрытый типы (классы по В.И. Мартину) карста [Абдрахманов и др., 2002].

Открытый карст — тип карста (тип — по автору [Смирнов, 2004] или класс — по В.И. Мартину [1972]) по характеру перекрытости карстующихся пород некарстующимися, развивающийся в условиях выхода карстующихся пород на дневную поверхность или прикрытия их только почвенно-растительным слоем (прикрытый подтип открытого карста — по автору).

Сульфатный карст Южного Предуралья развивается в гипсах, реже ангидритах, сложенных одноименными минералами ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ и CaSO_4 соответственно). Нередко в них встречаются аутогенные минералы, глинистые и песчано-алевролитовые примеси. Гипсы и ангидриты могут быть как слоистыми (от плойчатых до толстослоистых), так и массивными; как срыто-, так и крупнокристаллическими («звездчатыми») и имеют самую разнообразную окраску. Серые и желтоватые оттенки их обусловлены наличием доломита, глинистого и алевролитового материала; розовые и красные (в Южном Предуралье в пределах территории Республики Башкортостан встречаются очень редко) — окислов железа; темно-серые до черного — орга-

нического вещества; зеленоватые — глинистого материала. Основная масса гипсо-ангидритовых пород — лагунно-морского происхождения. Сульфатные породы обладают большой растворимостью, которая в дистиллированной воде при температуре 25 °С достигает 2,1 г, а в соленых водах — даже 7 г в 1 литре [Соколов, 1962].

В соответствии с характером физико-географических условий и интенсивностью увлажнения по условиям питания подземных вод (соотношение количества атмосферных осадков и испарения) сульфатный карст Южного Предуралья развивается в обстановке умеренного увлажнения, а по условиям залегания карстующихся пород и характеру рельефа он относится к равнинному карсту в горизонтально и пологозалегаящих породах.

На территории Южного Предуралья открытый (голый или средиземноморский) сульфатный карст зафиксирован нами в пределах наиболее приподнятой части Рязано-Охлебнинского вала на Уршак-Бельском и Сим-Уфимском междуречьях. Участками он также развит на склонах долин рек Тюй, Байки, Бирь, Усолка, Зиган, Селеук, Бол. Ик и др. [Смирнов, 2004]. Между тем площади его развития относительно невелики. Наиболее значительное площадное его развитие установлено в нижних течениях рек Аургазы и Селеук на Курманаевском (Аургазинском) и Ишеевском (Селеукском) участках соответственно [Смирнов, Ткачев, 1986 г.].

На обоих участках открытый сульфатный карст развит в придолинных правобережных частях водораздельных пространств вдоль крутых, нередко обрывистых склонов долин рек Аургазы и Селеук. Коэффициент поверхностной закарстованности на них — наивысший в Южном Предуралье и достигает 0,56. Плотность поверхностных карстовых форм в их пределах в пересчете на 1 км² колеблется от 200–400 на Курманаевском (Аургазинском) участке

до 600–1100 шт. на Ишеевском (Селеукском), хотя на втором частота встречаемости карстовых полей значительно ниже, чем на первом.

Наиболее представительны формы открытого карста распространены на Курманаевском участке (МР Аургазинский район РБ) по правобережью р. Аургазы на ее отрезке от с. Курманаево до с. Султанмуратово [Смирнов, Ткачев, 1986 г.] (рис. 1 и 2).

В обрывистой части правого склона долины р. Аургазы обнажаются (сверху вниз, по А.И. Смирнову и В.Ф. Ткачеву [1986 г.]):

1. Гипсы серые, темно-серые, очень тонкослоистые. Видимая мощность до 3 м.
2. Гипсы в верхней части белые, «сахаровидные», массивные, в нижней — серые, темно-серые, прослоями — белые, «желваковые». Трещиноваты, преобладают секущие вертикальные или круто наклонные трещины. Мощность.. 14 м.
3. Мергель серый с кремовым оттенком, тонкослоистый. Мощность 0–0,5 м.
4. Гипс серый, светло-серый, мелко- и среднекристаллический, мелкослоистый, крепкий, трещиноватый. Трещины — напластования и редкие внутрислойные. Мощность 2,7–3,0 м.
5. Гипс светло-серый, серый, мелко- и среднекристаллический, массивный, плейчатый, плотный. Видимая мощность 5 м.

Примечательно, что сходный разрез верхней части гипсовой толщи кунгурского яруса охарактеризован на Уфимском карстовом косогоре в г. Уфе Д.Л. Ивановым еще в 1899 г. [Иванов, 1899], а в последующем — Г.Г. Скворцовым в 1945 г. [Скворцов, 1962]. Кроме того, гидрохимическими опытами Г.Г. Скворцова установлено, что из всех разновидностей гипсов на косогоре наибольшей растворимостью обладают сахаровидные и желваковые разновидности гипсов.

На Курманаевском участке в условиях открытого сульфатного карста распространены почти все известные карстовые формы: котловины и воронки различных форм и размеров, колодцы, пещеры, карстовые родники и озера. Однако последние в условиях открытого карста встречаются крайне редко.

Морфология воронок и котловин самая разнообразная. Глубина их достигает 20 м при поперечнике до 50–70 м. При этом установлена прямая зависимость глубины воронок и котловин, а также их и размеров в плане от степени приподнятости кровли карстующихся гипсов над урезом воды в р. Аургазы (рис. 3). То есть карст захватывает гипсовую толщу тем глубже, чем выше она приподнята над долиной-дреной, что характерно и для других участков открытого карста, а также и для других его типов [Смирнов, Ткачев, 1986 г.].

В верхней части слоя 5 развита одна из крупнейших гипсовых пещер Южного Предуралья — пещера Бол. Курманаевская (суммарной длиной

пещерных ходов — 850 м). При этом потолок ее часто сформирован по подошве слоя 4. К плейчатым гипсам приурочены и другие небольшие пещеры участка (Голубиная, Мал. Курманаевская и др.).

К слою 5 на Курманаевском участке приурочены также высокодебитные (до 80 л/с) карстовые родники, выходящие с превышением в 0,2–0,5 м над урезом реки. Дефицит насыщения воды в родниках составляет всего 25–30 мг/дм³, при общей минерализации 2,21–2,25 мг/дм³. То есть воды в родниках близки к насыщению сульфатом кальция [Смирнов, Ткачев, 1986 г.].

Между тем наиболее представительными и многочисленными карстовыми формами на Курманаевском участке, как и на Ишеевском, являются колодцы.

По генезису колодцы являются преимущественно коррозионно-эрозионными и приурочены исключительно к белым «сахаровидным», чистым по составу гипсам кунгура в условиях выхода их на поверхность. При перекрытии их тонкослоистыми гипсами слоя 1 колодцы встречаются крайне редко.

Глубина колодцев достаточно стабильна, составляет 8–12 м и контролируется мощностью «сахаровидных» гипсов слоя 2. Поперечник колодцев составляет 2–7 м с поверхности и 2–3 м в средней части. Дно их чаще всего плоское. В подножьях бортов колодцев нередко щелевидные поноры, направленные в сторону р. Аургазы. Сформированы поноры обычно по кровле более крепких среднеслоистых гипсов слоя 4.

Отвесные стенки колодцев изрезаны вертикальными эрозионно-коррозионными желобами и бороздами и представляют собой типичные карры. Они очень напоминают крымские карры, с той лишь разницей, что развиты они на крутонаклонных и вертикальных поверхностях стенок колодцев, а не наклонно-горизонтальной дневной поверхности, как в Крыму в районах развития карбонатного карста.

Встречаемость охарактеризованных колодцев настолько частая, что образованные ими карстовые поля напоминают визуально с поверхности и на аэрофотоснимках пчелиные соты, и часто соседние колодцы отделены друг от друга узкими перемычками (рис. 4 и 5).

На Ишеевском участке развиты аналогичные по форме, размерам и характеру распространения колодцы.

По нашим данным [Смирнов, Ткачев, 1986 г.; Смирнов, 1989 г.], в других районах Южного Предуралья подобные Аургазинским и Селеукским коррозионно-эрозионным колодцам практически не встречаются. Не удалось найти свидетельств

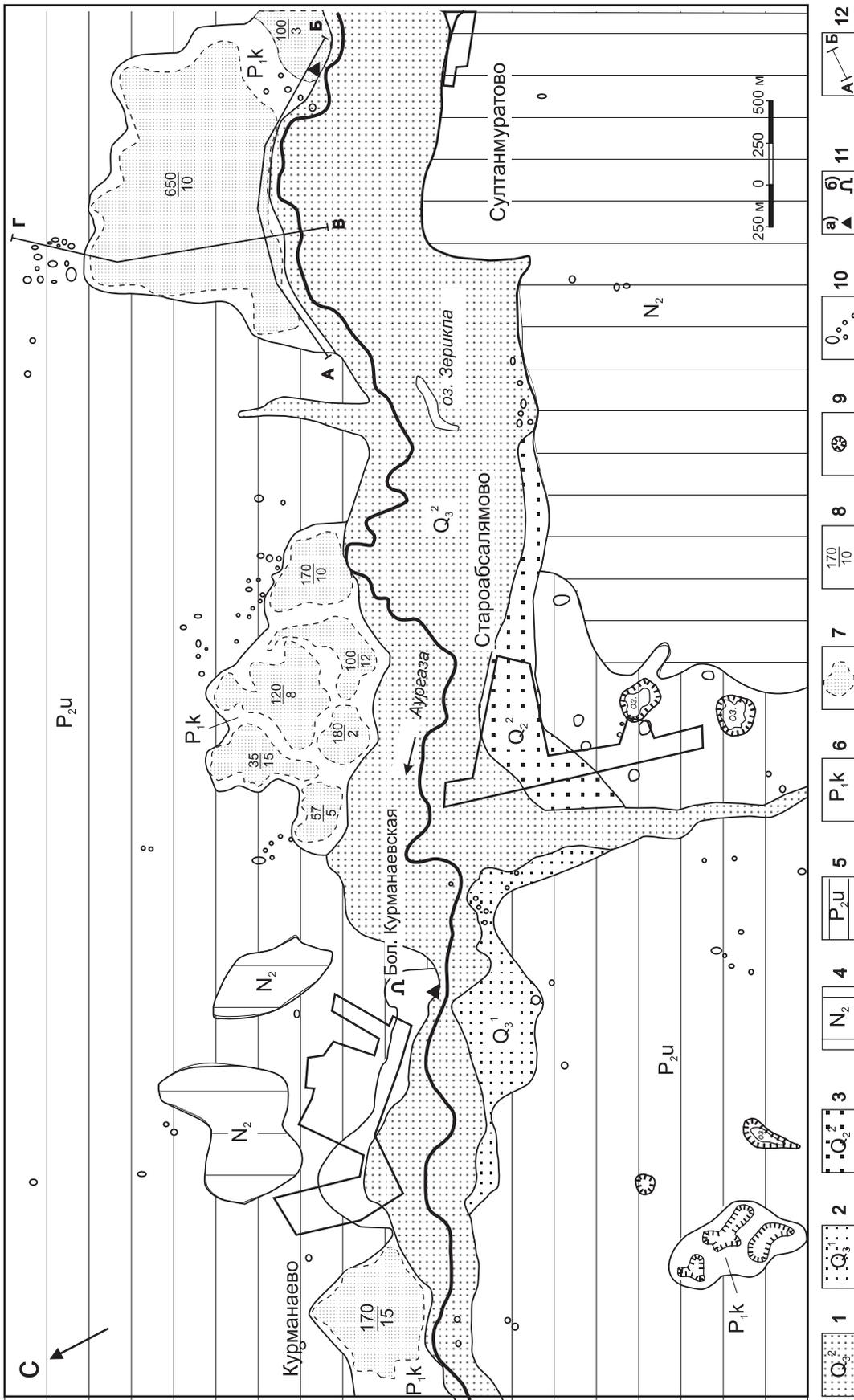


Рис. 1. Карстологическая карта нижнего течения р. Аргазы (Курманаевский участок, МР Кармаскалинский район РБ). По А.И. Смирнову и В.Ф. Ткачеву [1986 г.], с дополнениями и изменениями

Условные обозначения. **Перекрытый карст:** 1 — аллювий первой надпойменной террасы (суглинки, супеси, пески); 2 — аллювий второй надпойменной террасы (суглинки, глины); 3 — аллювий третьей надпойменной террасы (суглинки, глины песчанистые, глинистые пески). **Покрытый карст:** 4 — плейстоцен (глины, глины с галькой, пески, галечники). **Закрытый карст:** 5 — уфимский ярус (тонкое переслаивание аргиллитов, алевролитов, песчаников, известняков, мергелей). **Открытый карст:** 6 — кунгурский ярус (гипсы, ангидриты; кровля последних залегает ниже современного эрозионного вреза). **Карстовые формы:** 7 — карстовое поле; 8 — количество воронок и колодцев в карстовом поле (числитель) и их средний диаметр (знаменатель); 9 — карстовая котловина; 10 — отдельные карстовые воронки; 11 — родник (а), вход в пещеру (б). **Прочие:** 12. Линия разреза.

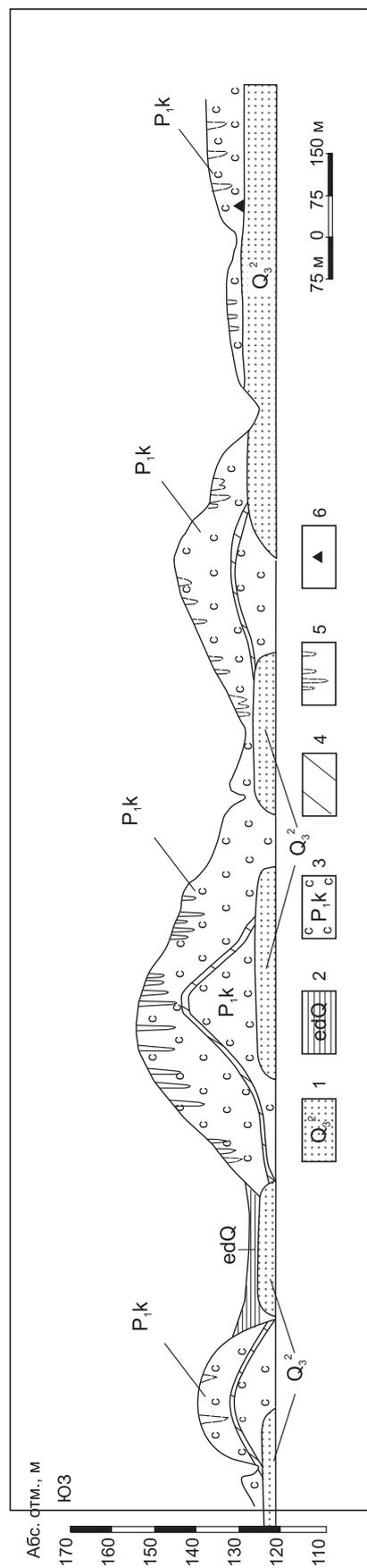


Рис. 2. Продольный профиль вдоль правого склона долины р. Аургазы по линии А—Б (см. рис. 1). По А.И. Смирнову и В.Ф. Ткачеву [1986 г.], с дополнениями и изменениями

Условные обозначения: 1 — аллювий первой надпойменной террасы (суглинки, супеси, пески); 2 — элювиально-делювиальные образования плейстоцена (суглинки, глины); 3 — кунгурский ярус (глины); 4 — проекции карстовых колодезей; 5 — проекции карстовых колодезей; 6 — родник.

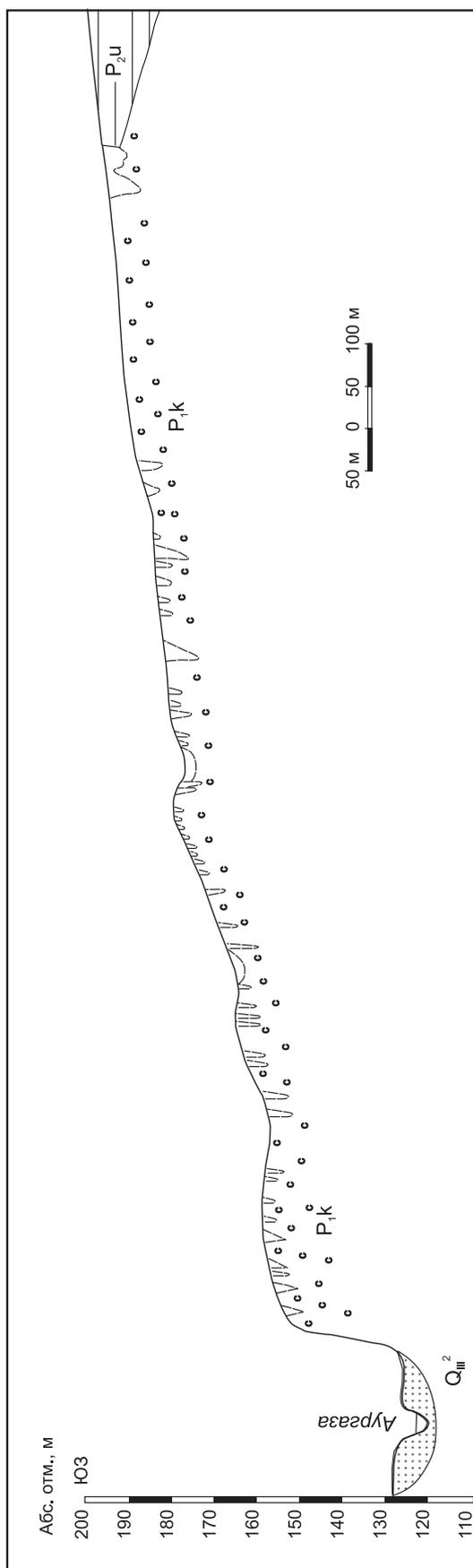


Рис. 3. Поперечный профиль правого склона долины р. Аургазы по линии В—Г (см. рис. 1)

Условные обозначения см. на рис. 1 и 2.

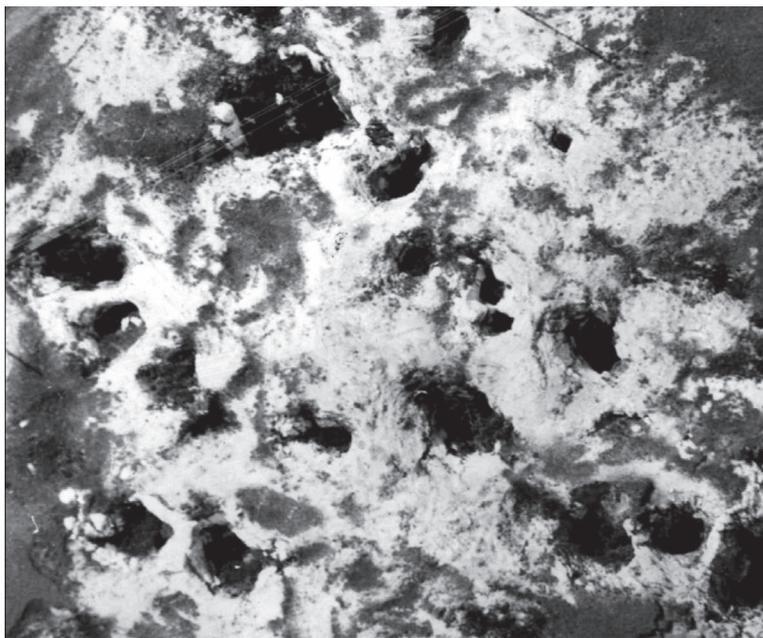


Рис. 4. Карстовое поле колодцев (аэрофотоснимок В.И. Барышникова)

длиннейшая гипсовая пещера Южного Предуралья (первопрохождение Д. Усенко, М. Ефремова и А. Кузьмина, 1997 г.). Сквозные пещеры Куэшта и Карламанская заложены по трещинам бортового отпора.

Приведенные данные об открытом (голом или средиземноморском) карсте Южного Предуралья свидетельствуют о том, что по сравнению с другими типами карста открытый тип развит на рассматриваемой территории весьма ограниченно, а особенности его развития обусловлены, прежде всего, структурно-текстурными особенностями карстующихся гипсов и характером их залегания.

о наличии подобных колодцев и в доступной нам литературе.

В других районах Южного Предуралья открытый сульфатный карст встречается крайне редко и зафиксирован только узкими прерывистыми полосами вдоль крутых склонов долин-дрен [Смирнов, 2004] или на ограниченных участках в придолинных частях притоков магистральных рек.

Наиболее примечательными поверхностными формами его проявления на них являются значительные по размерам провалы и воронки с поперечником до 80 м при глубине 20–25 м. Характерно, что на дне таких воронок и «провалов», в основании бортов, нередко располагаются входы в крупные пещеры. Так, в условиях ограниченного развития по площади открытого карста на территории Южного Предуралья известны пещера Вертолетная или Ахмеровский провал (суммарной длиной пещерных ходов — 1700 м), Ишеевская пещерная система (1002 м), а также пещеры Куэшта (800 м), Карламанская (269 м) и др. Примечательно, что такие пещеры являются в большинстве своем сквозными, развитыми от места поглощения поверхностного стока в местах выхода на поверхность карстующихся гипсов до ближайшей долины-дрены. Ярким примером этому является Ишеевская пещерная система, а также пещера Вертолетная —

Литература:

Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г. Рождественский А.П., Смирнов А.И., Травкин А.И. Карст Башкортостана — Уфа: Информреклама. 2002. — 384 с.

Иванов Д.Л. Уфимские воронки на Самаро-Златоустовской дороге. — СПб, 1899. — 351 с. — (Изв. Собрания инженеров путей сообщения).

Мартин В.И. Карст // Гидрогеология СССР. Т. XV: Башкирская АССР. — М.: Недра, 1972. — С. 77–91.

Скворцов Г.Г. Вопросы инженерно-геологического изучения и оценки карста в основании железнодорожных



Рис. 5. Карстовый колодец (фото автора)

сооружений // Специальные вопросы карстоведения. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 43–57.

Смирнов А.И. Типы карста и современная активность его развития на Южном Урале и в Предуралье // Карстоведение – XXI век: теоретическое и практическое

значение: Матер. междунар. симп. – Пермь, 2004. – С. 90–94.

Соколов Д.С. Основные условия развития карста. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 322 с.

Сведения об авторе:

Смирнов Александр Ильич, Институт геологии Уфимского научного центра Российской академии наук (ИГ УНЦ РАН), г. Уфа. E-mail: smalil@mail.ru.

OPEN SULFATE KARST OF SOUTHERN URAL REGION

A. I. Smirnov

Smirnov Alexander Illich, Institute of geology of the Ufimian scientific centre (IG USC RAS), Ufa, Russia. E-mail: smalil@mail.ru.

Abstract. The article provides characteristic manifestations of open sulfate karst Southern Ural region, identify areas of their distribution and patterns of development, which are due to the structural and textural features of gypsum karst and the nature of its occurrence.

Keywords: outdoor sulfate karst, Southern Urals, Kurmanaevsky and Ischeevsky sites, caves, corrosion-erosion pits.