

Г. А. МАКСИМОВИЧ, В. П. КОСТАРЕВ

## КАРСТ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИИ ПРИУРАЛЬСКОЙ КАРСТОВОЙ ПРОВИНЦИИ

К Приуральской карстовой провинции отнесены карстовые области и районы, прилегающие к Предуральскому краевому прогибу и расположенные в пределах Пермского и Башкирского сводов, Бирской седловины и некоторых валов, а также юго-восточного склона Русской платформы (см. таблицу). Районирование карста отдельных регионов Приуралья и всего района выполнялось рядом исследователей [4, 12, 14, 15 и др.]. В настоящей статье описаны некоторые вновь выделенные карстовые районы.

Полазнинско-Шалашнинский карстовый район приурочен к Межевскому и Каменноложскому валам и северо-восточному окончанию Краснокамско-Полазнинского вала. Закарстованы гипсы и ангидриты иренской свиты и в меньшей степени переслаивающиеся с ними известняки и доломиты. Широко распространены воронки, наибольшая плотность распространения которых превышает 500 на 1 км<sup>2</sup>. Площадной коэффициент закарстованности достигает 7,65–18,6%.

Карстовые провалы иногда вызывают слабые местные землетрясения. После создания Камского водохранилища на его закарстованных побережьях количество провалов увеличилось. С 1956 по 1961 г. возникло 11 провалов, а за предшествующие 50–60 лет наблюдалось лишь два. Увеличение количества провалов в зоне влияния водохранилища связано с повышением уровня карстовых вод и значительным колебанием его в течение года [10]. По берегам водохранилища широко развиты трещины бортового отпора, к которым часто приурочены карстовые впадины, воронки и пещеры; по трещинам происходит весьма интенсивное отседание склонов. Скорость отступления закарстованных берегов 0,1–2,4 м в месяц [16].

Карст интенсивно проявляется также ниже русел рек. До заполнения водохранилища под руслом р. Чусовой в гипсах были вскрыты водоносные и заполненные рыхлыми отложениями карстовые полости с вертикальным размером 4,7–7,6 м и площадью до 80–100 м<sup>2</sup> [13, 14].

Карстовая область Уфимского плато приурочена к системе валов, осложняющих Башкирский свод. Наиболее значительным является Уфимский вал. Карбонатные породы сакмарского и артинского ярусов слагают его сводовую часть, а гипсы, ангидриты, доломиты и известняки кунгурского яруса – крылья. Карстовые воронки плотностью 2–10 и до 50 на 1 км<sup>2</sup> приурочены к эрозионным и карстово-эрозионным долинам, логам, суходолам. Широко развитые в пределах плато карстовые каналы нередко перехватывают и отводят в глубь карстового массива воды поверхностных водотоков. В зоне разгрузки трещинно-карстовых вод

наблюдаются крупные карстовые источники [2]. Крупнейший из них, Красный Ключ, обладает среднегодовым расходом 12–15 м<sup>3</sup>/сек.

Уфимское плато – это бассейн карстовых вод с преобладанием двустороннего поперечного стока. В центральной части плато установлен центробежный сток к долинам рек Уфы, Сарса и Шуртана. В районе г. Кунгура можно ожидать центростремительный тип стока [19]. В центральной части плато подземный сток достигает 70% от общего [1].

В пределах плато развиты все гидродинамические зоны карстовых вод [13, 19]. Мощность зоны вертикальной нисходящей циркуляции достигает в центральной и восточной частях 70–100 м. Зона сифонной циркуляции отмечается крупными восходящими источниками с дебиами некоторых групп до 500–540 л/сек [5]. Иногда по разломам в сифонную циркуляцию вовлекаются сероводородные воды.

Несколько этажей небольших карстовых пещер по долинам рек соответствуют этапам неотектонических подвижек и уровням речных террас. Только в неоген-четвертичное время для территории Уфимского плато выделяется от 2 до 6 основных циклов карстообразования [3, 4].

Сылвинско-Сергинский карстовый район расположен на северном погружении Уфимского вала, где карбонатные породы артинского яруса перекрываются толщей гипсоносных кунгурских отложений. Наиболее интенсивно карст развит в долине р. Сылвы, где скважинами вскрыты подрусловые полости с вертикальными размерами 0,6–6 м [14]. По правому берегу реки протягиваются карстово-эрозионные овраги и лога с исчезающими водотоками. По берегам долин в закарстованных гипсово-ангидритовых отложениях и в карстовой брекчии наблюдаются бортовые водотоки со свободной поверхностью, скорость течения которых на отдельных участках составляет 0,3 м/сек [9]. С ними нередко связаны цепочки воронок, карстовые впадины и рвы, а также явления «карстовой тектоники»: одиночные и ступенчатые сбросы, чашеобразные синклинали и куполовидные складки.

Интенсивная закарстованность сульфатных пород прибрежных зон шириной 1–2 км, наличие поддолинных и бортовых потоков обеспечивают быстрое и глубокое проникновение значительного объема пресных паводковых вод в берега с последующим возвращением их в меженный период в русла рек. На интенсивно закарстованных участках ясно выражено естественное регулирование речного стока. Водообмен приводит к интенсивному выщелачиванию и выносу в реки большого количества растворимых веществ. В среднем в год р. Сылвой выносятся более 2 млн. т.

Широкой известностью пользуются пещеры района, плотность распространения и густота (количество пещер и протяженность их в метрах на 1000 км<sup>2</sup>) которых, максимальные для Приуралья, составляют соответственно 12,4 и 1681.

Кунгурско-Иренский карстовый район расположен на западном крыле Уфимского вала и отличается весьма интенсивным развитием карста в гипсово-ангидритовых и частично карбонатных отложениях иренской свиты. Многочисленные карстовые воронки обладают плотностью распространения до 200 и даже 500 на 1 км<sup>2</sup>. На крутых закарстованных склонах речных долин видны трещины бортового отпора. Наблюдаются карстовые впадины, рвы, обусловленные действием бортовых водотоков, и широко развиты карстовые дислокации. На территории района происходит значительное количество провалов. В 1950–1960 гг. в пределах г. Кунгура зафиксировано 30 провалов [6], а на тракте Кунгур–Березовка весной 1962 г. только в течение месяца образовалось 6 провальных впадин диаметром до 4 м и глубиной до 2,5 м [10].

Модуль подземного химического стока в бассейнах рек Ирени и Тюя достигает 2,3–4,8 г/сек\*км<sup>2</sup>, в то время как для незакарстованных бассейнов рек Пермской области не превышает 0,5–0,8 г/сек\*км<sup>2</sup>.

В этом районе, также широко распространены пещеры. Наиболее изучена Кунгурская ледяная пещера (длина 5,6 км), известная исследователям еще с 1703 г. [14]. Ее современные горизонтальные полости созданы в большей степени слабоминерализованными и весьма агрессивными по отношению к гипсу речными водами, периодически (в паводки) проникающими внутрь пещеры [18].

Щучьеозерско-Аскинский карстовый район находится на западном и юго-западном склонах Башкирского свода, где мощность карстующихся гипсово-ангидритовых отложений кунгурского яруса достигает 200 м и более. Карстово-эрозионные овраги, лога, суходолы, цепочки воронок и карстовых озер приурочены к трещинным зонам. Широко развиты небольшие исчезающие речки и ручьи. В долинах рек встречаются карстовые источники с дебитом более 10 л/сек. Часто место выхода источника определяется положением относительно водоупорных тюйских известняков, залегающих среди гипсово-ангидритовой толщи иренской свиты. На водоразделах с высоким положением известняков относительно уровня рек водоупор разрушается, и глубина залегания карстовых вод составляет 50–60 м.

Уфимско-Благовещенский карстовый район приурочен к группе складок, расположенных на площади, ограниченной с востока Рязано-Охлебенинским валом, а с запада – Кармасанским погружением. Карстуются гипсы и ангидриты и в незначительной степени карбонатные породы кунгурского яруса, а также известняки Соликамской и нижней части шешминской свит уфимского яруса. Карстовые формы распространены в долинах рек Белой, Уфы, Демы и их притоков. На Уфимском «полуострове» за 5–6 лет происходит до 40 провалов. Плотность распространения воронок на некоторых карстовых полях составляет 300–500 на 1 км<sup>2</sup>, а коэффициент закарстованности достигает 20–25%. На дне воронок и котловин часто

встречаются поноры шириной до 1–1,5 м, поглощающие не только временные поверхностные водотоки, но и воды многочисленных родников, вытекающих из вышележащих отложений уфимского яруса.

Закарстованность гипсов распространяется ниже дна современных рек. В окрестностях г. Уфы ниже русла р. Белой вскрыты карстовые полости с вертикальным размером от 0,4 до 7–8,2 м. Большая часть пустот заполнена рыхлым материалом [11]. В долинах р. Белой и ее притоков в карбонатных и сульфатных породах широко развиты связанные с карстом оползни, особенно интенсивно проявляющиеся на Уфимском косогоре [17].

Рязано-Охлебининский карстовый район приурочен к одноименному валу, расположенному на юго-восточном склоне Русской платформы в зоне перехода к Предуральскому прогибу. Вал асимметричный, с очень широким сводом, осложнен цепочками мелких поднятий. В сводовых частях последних распространены наиболее закарстованные зоны. Карст интенсивно развит в гипсах и ангидритах кунгурского яруса, мощность которых составляет несколько сотен метров. Карстовые воронки и колодцы образуют поля и гнезда со значительной плотностью. Озера в карстовых котловинах иногда достигают в длину 600–800 м. В долинах рек Уршака, Узени, Карламана и др. развиты карстово-эрозионные овраги, суходолы, полуслепые и слепые лога. На некоторых участках вскрыты погребенные карстовые формы, заполненные разновозрастными – меловыми и неогеновыми – отложениями.

Характеристика карстовых районов и областей Приуральской карстовой провинции

Карстовый район (область)	Литологический тип карста	Условия залегания пород	В-образ карст-сервизация	Интенсивность карстобразования	Карстовые формы		Гидрология	Источники	Состав карстовых вод		Тип карста по характеру покрывных отложений
					поверхностные, подземные	погребенные			веерностных	подземных	
Подзаяинско-Шалашинский	Сульфатный	Крылья и своды впадов	P <sub>1</sub> kg	И	в, пр, кт, д, п, п, пп, (кф)	в, кт, д	оз, (рп)	М. с.	SO <sub>4</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca	Русский, камский
Уфимское плато	Карбонатный	Своды впадов	P <sub>1</sub> s; P <sub>1</sub> a [P <sub>1</sub> kg]	Ср	в, с, л, п, пп, (пр, п, ш)	п, кт	ри, оз,	3–6 (1,2)	HCO <sub>3</sub> -Ca	HCO <sub>3</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	Среднеевропейский
Сызынско-Сергинский	Сульфатный	Северное погружение Уфимского вала	P <sub>1</sub> kg	И	в, пр, с, л, д, п, п, пп, (к)		М. с. оз, ри	5–6 (4)	SO <sub>4</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca	Русский, камский
Кунгурско-Иренский	Сульфатный	Западное крыло Уфимского вала	P <sub>1</sub> kg	И	кр, пп, в, пр, кт, д, с, л, п, пп, (к)	в, кт	оз, ри	4–6	SO <sub>4</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca	Русский (камский)
Шувельзерско-Аскинский	Сульфатный	Западный и юго-западный склоны Банжарского свода	P <sub>1</sub> kg	И	пп, в, кт, л, (в)	п	оз, ри	4–6	SO <sub>4</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca [HCO <sub>3</sub> -Ca -SO <sub>4</sub> -Cl- Na]	Русский, камский
Уфимско-Благовещенский	Сульфатный (карбонатный)	Своды и крылья куполов, брахиклизионалей	P <sub>1</sub> kg P <sub>1</sub> ч	И Сл	пп, п, пр, с, л, п, п, пп, в, с	в, к	оз	5–6 (4)	HCO <sub>3</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca	Русский, камский
Рязано-Охлебининский	Сульфатный (карбонатный)	Своды и крылья впадов и куполов	P <sub>1</sub> kg P <sub>1</sub>	И Ср	пв, в, пр, кт, в, с, л, п, п, пп, в	п, кт в	оз, ри	4–5	SO <sub>4</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca [SO <sub>4</sub> -Ca- -Cl] HCO <sub>3</sub> -Ca	Русский

Продолжение

Карстовый район (область)	Литологический тип карста	Условные залегающие породы	Известняк карстовый	Интенсивность образования	Карстовые формы		Разломы	Источники	Состав карстовых вод		Тип карста по характеру карстовых отложений
					поверхностные	подземные			поверхностных	подземных	
Федоровско-Стерлибашевский	Сульфатный (жарбоплатный)	То же	P <sub>1</sub> кз P <sub>2</sub> кз	Ср Ср	в, с в	в	оз.	4-5	SO <sub>4</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca	Русский (наиск.) русский
Бирский	Сульфатный	То же	P <sub>1</sub> кг	И	пн, в, кт, с, пп, (п)	М. с.	оз. ри	4-5 (3)	SO <sub>4</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca	Русский, камский
Покровка-Салмышский	Сульфатный	Слоды вала	P <sub>1</sub> кг	М. с.	пн, в, (к, пр)	М. с.	М. с.	М. с.	М. с.	М. с.	Русский, средне-европейский (?)

Пояснения: И – интенсивный; Ср – средняя; Сл – слабая; пр – карры; ш – шпалы; в – воронки; пр – трещины; к – колодези; ш – шпалы; кт – колодези; а – карстовые долины; в – карстово-эрозивные долины (суходолины); х – депрессии типа карстовых рвов (удлиненные впадины); п – пещеры; пп – подпочвенные (подрельсовые) впадины и колодези; оз – озера; ри – речки и ручьи исчезающие; М. с. – мало гашеные. Классы источников по дебиту в л/сек: 1 – >10000; 2 – 1000–10000; 3 – 1000–100; 4 – 100–10; 5 – 10–1; 6 – 1–0,1. В скобках указаны геобригадно-различные типы и формы карста, а также максимальные (по редким встречающимся) по дебиту классы источников.

В данном районе известно более 25 пещер. Наиболее значительная из них находится в горе Куэш-Тау (Полая Гора) и служит подземным руслом ручья (правого притока р. Сима). Длина главного коридора 410 м, а протяженность всех ходов пещеры 570 м [8].

Верхняя часть карстового массива бедна поверхностными и подземными водами. Река Белая на протяжении более 100 км принимает слева лишь два-три очень маловодных притока. Редкие карстовые родники в основании склонов долин и возвышенностей имеют дебиты от 1–5 до 40–50 л/сек. Наибольший интерес представляют сероводородные минеральные источники в долине р. Месельки.

Бурение показало, что наиболее интенсивно закарстованы верхняя зона кунгурских гипсов. На Нижне-Лекандинском месторождении пустоты с вертикальным размером 0,7–6 м вскрыты на глубине 25–40 м. Ниже залегают плотные ангидриты, являющиеся водоупором. Закарстованность гипсов весьма неравномерная, коэффициент фильтрации на небольшом участке изменяется от 0,09 до 102,5 м/сут.

Карстовые каналы встречаются также ниже уровня р. Белой (с. Охлебинино). Абсолютная высота вскрываемых пустот доходит до отметок, соответствующих уровням базисов эрозии, существовавших в плиоцене [11].

Федоровско-Стерлибашевский карстовый район приурочен к одноименному валу, протягивающемуся по водоразделу рек Демы и Уршака. Карст района изучен весьма слабо. Карстующимися породами являются гипсы и в меньшей степени известняки казанского яруса. Карстовые воронки распространены в долинах р. Демы и ее притоков, некоторые воронки заполнены водой. Местами цепочки воронок, сливаясь, образуют небольшие бессточные карстово-эрозивные овраги [4]. Наблюдаются многочисленные выходы нисходящих и восходящих карстовых источников с дебитом 10–30 л/сек и более. Дема, Уршак и другие речки начинаются мощными источниками, выходящими из пород казанского яруса [11]. Бирский карстовый район выделяется в пределах Карабаевского вала в центральной части Бирской седловины. Карстуются гипсы и ангидриты кунгурского яруса. В поймах рек Белой и Бири

наблюдаются восходящие карстовые источники, из которых наиболее известен незамерзающий источник-озеро в районе г. Бирска с расходом 175 л/сек [11]. При бурении на глубине 137—159 м в гипсах иренской свиты обнаружены полости с вертикальными размерами 0,5—1 м, возникшие, по-видимому, в предакчагыльский этап глубокого вреза гидрографической сети района.

Покровско-Салмышский карстовый район приурочен к Покровскому и Салмышскому валам, вытянутым вдоль Предуральского прогиба. Карст района почти не изучен. Карстуются гипсы и ангидриты кунгурского яруса, выходящие в сводах валов на дневную поверхность. В долинах рек Большой Кургазы, Салмышы и их притоков развиты многочисленные колодце- и конусообразные воронки с обнаженными или задернованными склонами, часто с водопоглощающими понорами [7]. На правом берегу р. Урала наблюдаются провальные впадины.

На территории Приуральской части Русской платформы влияние карста сказывается в самых разнообразных сферах деятельности человека. В ряде районов с карстом генетически связаны месторождения огнеупорных глин, белых стекольных и формовочных песков, глинокрасок, глауконита, бурых углей и лигнита, лечебных грязей и торфа, окисленных железных руд, минеральных вод. Палеокарстовые коллекторы карбонатных пород нижней перми, карбона и девона содержат залежи нефти и газа, а также бром-иодные воды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балков В. А. Влияние карста на подземный сток рек. «Гидрогеол. и карстовед.» 1966, вып. 3.
2. Буданов Н. Д. Гидрогеология Урала. «Наука», 1964.
3. Вахрушев Г. В. К истории развития ландшафта Южного Урала и Приуралья в неогеновое и четвертичное время. Сб. «Почвы Южного Урала и Поволжья», вып. 4. Уфа, 1960.
4. Вахрушев Г. В. Распространение и условия образования карста в Башкирии. «Новости карстозед. и спелеол.», 1961, № 2.
5. Горбунова К. А. Опыт детальных гидрогеологических исследований карста на примере восточного крыла Уфимского вала. Методика изучения карста, вып. 6. Гидрогеология карста. Пермь, 1963.
6. Ежов Ю. А., Лукин В. С. Инженерно-геологическое районирование территории г. Кунгура и его окрестностей. «Гидрогеологический сборник», № 2. Свердловск, 1962.
7. Журенко Ю. Е. Некоторые данные о поверхностном карсте Южного Предуралья и Сырта. «Вопросы геоморфологии и геологии Башкирии», сб. 1. Уфа, 1957.

8. Кудряшов И. К. Карстовые пещеры Башкирии – ценные памятники неживой природы. Сб. «Состояние и задачи охраны природы в Башкирии». Уфа, 1960.
- 9 Лукин В. С. Особенности стока и карстового процесса в речных долинах Кунгурского района. Сб. «Специальные вопросы карстоведения». Изд-во АН СССР, 1962.
10. Лукин В. С. Провальные явления на Урале и в Предуралье. «Гидрогеологический сборник», № 3. Свердловск, 1964.
11. Маков К. И. Подземные воды Башкирской АССР. Изд-во АН УССР, 1946.
12. Максимович Г. А. Районирование карста Урала и Приуралья. Докл. 4-го Всеуральск. совещ. по физ.-геогр. и экон.-геогр. районир. Пермь, 1956.
- 13 Максимович Г. А. Основы карстоведения, г. 1. Пермь, 1963.
14. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области. Пермь, кн. изд-во, 1958.
15. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Типы карста Урала. Сб. «Типы карста в СССР». «Наука», 1965.
16. Печеркин И. А. Карст на берегах Камского водохранилища. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1961, № 3.
17. Скворцов Г. Г. О влиянии динамики гипсового карста на рельеф. Мат-лы комисс. по изуч. геол. и геогр. карста. Информ. сб., № 1. М., 1960.
18. Турьшев А. В. Подземные воды Кунгурской ледяной пещеры. Сб. «Специальные вопросы карстоведения». Изд-во АН СССР, 1962.
19. Шимановский Л. А. Формирование и сток карстовых вод Уфимского плато. «Гидрогеол. и карствед.», 1966, вып. 3.

Г. А. МАКСИМОВИЧ, В. П. КОСТАРЕВ

### КАРСТ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИИ ПРИУРАЛЬСКОЙ КАРСТОВОЙ ПРОВИНЦИИ

К Приуральской карстовой провинции отнесены карстовые области и районы, прилегающие к Предуральскому краевому прогибу и расположенные в пределах Пермского и Башкирского сводов, Бирской седловины и некоторых валов, а также юго-восточного склона Русской платформы (см. таблицу). Районирование карста отдельных регионов Приуралья и всего района выполнялось рядом исследователей [4, 12, 14, 15 и др.]. В настоящей статье описаны некоторые вновь выделенные карстовые районы.

Полазнинско-Шалашинский карстовый район приурочен к Межевскому и Каменоложскому валам и северо-восточному окончанию Краснокамско-Полазнинского вала. Закарстованы гипсы и ангидриты иренской свиты и в меньшей степени переслаивающиеся с ними известняки и доломиты. Широко распространены воронки, наибольшая плотность распространения которых превышает 500 на 1 км<sup>2</sup>. Площадной коэффициент закарстованности достигает 7,65—18,6%.

Карстовые провалы иногда вызывают слабые местные землетрясения. После создания Камского водохранилища на его закарстованных побережьях количество провалов увеличилось. С 1956 по 1961 г. возникло 11 провалов, а за предшествующие 50—60 лет наблюдалось лишь два. Увеличение количества провалов в зоне влияния водохранилища связано с повышением уровня карстовых вод и значительным колебанием его в течение года [10]. По берегам водохранилища широко развиты трещины бортового отпора, к которым часто приурочены карстовые впадины, воронки и пещеры; по трещинам происходит весьма интенсивное отседание склонов. Скорость отступания закарстованных берегов 0,1—2,4 м в месяц [16].

Карст интенсивно проявляется также ниже русел рек. До заполнения водохранилища под руслом р. Чусовой в гипсах были вскрыты водоносные и заполненные рыхлыми отложениями карстовые полости с вертикальным размером 4,7—7,6 м и площадью до 80—100 м<sup>2</sup> [13, 14].

Карстовая область Уфимского плато приурочена к системе валов, осложняющих Башкирский свод. Наиболее значительным является Уфимский вал. Карбонатные породы сакмарского и артинского ярусов слагают его сводовую часть, а гипсы, ангидриты, доломиты и известняки кунгурского яруса — крылья. Карстовые воронки плотностью 2—10 и до 50 на 1 км<sup>2</sup> приурочены к эрозионным и карстово-эрозионным долинам, логам, суходолам. Широко развиты в пределах



плато карстовые каналы нередко перехватывают и отводят в глубь карстового массива воды поверхностных водотоков. В зоне разгрузки трещинно-карстовых вод наблюдаются крупные карстовые источники [2]. Крупнейший из них, Красный Ключ, обладает среднегодовым расходом 12—15 м<sup>3</sup>/сек.

Уфимское плато — это бассейн карстовых вод с преобладанием двустороннего поперечного стока. В центральной части плато установлен центробежный сток к долинам рек Уфы, Сарса и Шуртана. В районе г. Кунгура можно ожидать центростремительный тип стока [19]. В центральной части плато подземный сток достигает 70% от общего [1].

В пределах плато развиты все гидродинамические зоны карстовых вод [13, 19]. Мощность зоны вертикальной нисходящей циркуляции достигает в центральной и восточной частях 70—100 м. Зона сифонной циркуляции отмечается крупными восходящими источниками с дебитами некоторых групп до 500—540 л/сек [5]. Иногда по разломам в сифонную циркуляцию вовлекаются сероводородные воды.

Несколько этажей небольших карстовых пещер по долинам рек соответствуют этапам неотектонических подвижек и уровням речных террас. Только в неоген-четвертичное время для территории Уфимского плато выделяется от 2 до 6 основных циклов карстообразования [3, 4].

Сылвинско-Сергинский карстовый район расположен на северном погружении Уфимского вала, где карбонатные породы артинского яруса перекрываются толщей гипсоносных кунгурских отложений. Наиболее интенсивно карст развит в долине р. Сылвы, где скважинами вскрыты подрусловые полости с вертикальными размерами 0,6—6 м [14]. По правому берегу реки протягиваются карстово-эрозионные овраги и лога с исчезающими водотоками. По берегам долины в закарстованных гипсово-ангидритовых отложениях и в карстовой брекчии наблюдаются бортовые водотоки со свободной поверхностью, скорость течения которых на отдельных участках составляет 0,3 м/сек [9]. С ними нередко связаны цепочки воронок, карстовые впадины и рвы, а также явления «карстовой тектоники»: одиночные и ступенчатые сбросы, чашеобразные синклинали и куполовидные складки.

Интенсивная закарстованность сульфатных пород прибрежных зон шириной 1—2 км, наличие поддолинных и бортовых потоков обеспечивают быстрое и глубокое проникновение значительного объема пресных паводковых вод в берега с последующим возвращением их в меженный период в русла рек. На интенсивно закарстованных участках ясно выражено естественное регулирование речного стока. Водообмен приводит к интенсивному выщелачиванию и выносу в реки большого количества растворимых веществ. В среднем в год р. Сылвой выносятся более 2 млн т.

Широкой известностью пользуются пещеры района, плотность распространения и густота (количество пещер и протяженность их в метрах на 1000 км<sup>2</sup>) которых, максимальные для Приуралья, составляют соответственно 12,4 и 1681.

Кунгурско-Иренский карстовый район расположен на западном крыле Уфимского вала и отличается весьма интенсивным развитием карста в гипсово-ангидритовых и частично карбонатных отложениях иренской свиты. Многочисленные карстовые воронки обладают плотностью распространения до 200 и даже 500 на 1 км<sup>2</sup>. На крутых закарстованных склонах речных долин видны трещины бортового отпора. Наблюдаются карстовые впадины, рвы, обусловленные действием бортовых водотоков, и широко развиты карстовые дислокации.

На территории района происходит значительное количество провалов. В 1950—1960 гг. в пределах г. Кунгура зафиксировано 30 провалов [6], а на тракте Кунгур—Березовка весной 1962 г. только в течение ме-

сяца образовалось 6 провальных впадин диаметром до 4 м и глубиной до 2,5 м [10].

Модуль подземного химического стока в бассейнах рек Иреи и Тюя достигает 2,3—4,8 г/сек·км<sup>2</sup>, в то время как для незакарстованных бассейнов рек Пермской области не превышает 0,5—0,8 г/сек·км<sup>2</sup>.

В этом районе также широко распространены пещеры. Наиболее изучена Кунгурская ледяная пещера (длина 5,6 км), известная исследователям еще с 1703 г. [14]. Ее современные горизонтальные полости созданы в большей степени слабоминерализованными и весьма агрессивными по отношению к гипсу речными водами, периодически (в паводки) проникающими внутрь пещеры [18].

Щучьеозерско-Аскинский карстовый район находится на западном и юго-западном склонах Башкирского свода, где мощность карстующихся гипсово-ангидритовых отложений кунгурского яруса достигает 200 м и более. Карстово-эрозионные овраги, лога, суходола, цепочки воронок и карстовых озер приурочены к трещинным зонам. Широко развита небольшая исчезающая речка и ручьи. В долинах рек встречаются карстовые источники с дебитом более 10 л/сек. Часто место выхода источника определяется положением относительно водоупорных тюйских известняков, залегающих среди гипсово-ангидритовой толщи иренской свиты. На водоразделах с высоким положением известняков относительно уровня рек водоупор разрушается и глубина залегания карстовых вод составляет 50—60 м.

Уфимско-Благовещенский карстовый район приурочен к группе складок, расположенных на площади, ограниченной с востока Рязано-Охлебининским валом, а с запада — Кармасанским погружением. Карстуются гипсы и ангидриты и в незначительной степени карбонатные породы кунгурского яруса, а также известняки соликамской и нижней части шешминской свиты уфимского яруса. Карстовые формы распространены в долинах рек Белой, Уфы, Демы и их притоков. На Уфимском «полуострове» за 5—6 лет происходит до 40 провалов. Плотность распространения воронок на некоторых карстовых полях составляет 300—500 на 1 км<sup>2</sup>, а коэффициент закарстованности достигает 20—25%. На дне воронок и котловин часто встречаются по норы шириной до 1—1,5 м, поглощающие не только временные поверхностные водотоки, но и воды многочисленных родников, вытекающих из вышележащих отложений уфимского яруса.

Закарстованность гипсов распространяется ниже дна современных рек. В окрестностях г. Уфы ниже русла р. Белой вскрыты карстовые полости с вертикальным размером от 0,4 до 7—8,2 м. Большая часть пустот заполнена рыхлым материалом [11]. В долинах р. Белой и ее притоков в карбонатных и сульфатных породах широко развиты связанные с карстом оползни, особенно интенсивно проявляющиеся на Уфимском косягоге [17].

Рязано-Охлебининский карстовый район приурочен к одноименному валу, расположенному на юго-восточном склоне Русской платформы в зоне перехода к Предуральскому прогибу. Вал асимметричный, с очень широким сводом, осложнен цепочками мелких поднятий. В сводовых частях последних распространены наиболее закарстованные зоны. Карст интенсивно развит в гипсах и ангидритах кунгурского яруса, мощность которых составляет несколько сотен метров. Карстовые воронки и колодцы образуют поля и гнезда со значительной плотностью. Озера в карстовых котловинах иногда достигают в длину 600—800 м. В долинах рек Уршака, Узени, Карламана и др. развиты карстово-эрозионные овраги, суходола, полустепные и слепые лога. На некоторых участках вскрыты погребенные карстовые формы, заполненные разновозрастными — меловыми и неогеновыми — отложениями.

Характеристика карстовых районов и областей Приуральской карстовой провинции

Карстовый район (область)	Литогеологический тип карста	Условия залегания пород	Виды порода-структурный порода	Виды порода-структурные образования	Карстовые формы		Гидрологич.	Источники	Состав карстовых вод		Тип карста по характеру карстовых отложений
					поверхностные, подземные	верховые			анкеритовые	сульфатные	
Полтавско-Шалдинский	Сульфатный	Крылья и своды впадов	P, kg	И	я, пр, кт, а, п, о, ш, (хр)	я, кт, х	оз, (рп)	М. с.	SO <sub>4</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca	Русский, камский
Уфимское плато	Карбонатный	Своды впадов	P, a; P, a [P, kg]	Ср	ж, б, з, я, ш, (рп, в, ш)	я, кт	рп, оз,	3-6 (1,2)	HCO <sub>3</sub> -Ca	HCO <sub>3</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	Средневропейский
Сыктывинско-Серпинский	Сульфатный	Северное погружение Уфимского вала	P, kg	И	я, пр, с, а, з, ш, п, (к)	М. с.	оз, рп	5-6 (4)	SO <sub>4</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca	Русский, камский
Кужурско-Ирвинский	Сульфатный	Западное крыло Уфимского вала	P, kg	И	я, пр, п, а, пр, кт, з, с, б, ш, п, (к)	я, кт	оз, рп	4-6	SO <sub>4</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca	Русский (камский)
Шувейерско-Асинский	Сульфатный	Западный и юго-западный склоны Бажовского вала	P, kg	И	я, ш, я, кт, з, (п)	я	оз, рп	4-5	SO <sub>4</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca [HCO <sub>3</sub> -Ca -SO <sub>4</sub> -Ca- Na]	Русский, камский
Уфимско-Благовещенский	Сульфатный (карбонатный)	Своды и крылья впадов, брахиэкливады	P, kg P, ш	И Сб	я, ш, в, пр, с, з, ш, п, ш, б, с	я, ш	оз	5-6 (4)	HCO <sub>3</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca	Русский, камский
Рязань-Охлебининский	Сульфатный (карбонатный)	Своды и крылья впадов и куполов	P, kg P,	И Ср	я, ш, в, пр, кт, к, с, з, п, ш, в	я, кт	оз, рп	4-5	SO <sub>4</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca [SO <sub>4</sub> -Ca- -Cl] HCO <sub>3</sub> -Ca	Русский

911

Продолжение

Карстовый район (область)	Литогеологический тип карста	Условия залегания пород	Виды порода-структурный порода	Виды порода-структурные образования	Карстовые формы		Гидрологич.	Источники	Состав карстовых вод		Тип карста по характеру карстовых отложений
					поверхностные, подземные	верховые			анкеритовые	сульфатные	
Федоровско-Стерлитамакский	Сульфатный (карбонатный)	То же	P, kz P, kz	Ср	я, г	я	оз,	4-5	SO <sub>4</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca	Русский (камский) русский
Бирский	Сульфатный	То же	P, kg	И	я, ш, в, кт, с, ш, (ш)	М. с.	оз, рп	4-6 (3)	SO <sub>4</sub> -Ca	SO <sub>4</sub> -Ca	Русский, камский
Покровско-Самарский	Сульфатный	Своды впадов	P, kg	М. с.	я, ш, а, (к, пр)	М. с.	М. с.	М. с.	М. с.	М. с.	Русский, средневропейский (?)

Пояснения: И - известняки; Ср - гипсовые; Сб - слюды; кт - карры; ш - шпильки; в - впадины; пр - провалы; х - хлысты; ш - шалты; кт - колонны; з - карстовые лаги; гораги; с - сводно-прогибные долины (суходолины); х - деривации (сво) карстовых вод (подземные выходы); я - ямы; п - пещеры; ш - шпильчатые (выдающиеся) выступы в толще; ш - шпильки; рп - реки и ручьи; оз - озера; М. с. - мелиор. заледей. Классы источников по дебиту в литр: 1 - >1000; 2 - 100-1000; 3 - 10-100; 4 - 1-10; 5 - 0,1-1; 6 - 0,01-0,1. В скобках указаны лабораторно-анализованные типы и формы карста, а также минерализация (по разности) источников по дебиту в литр в сутки.



В данном районе известно более 25 пещер. Наиболее значительная из них находится в горе Куш-Тау (Полая Гора) и служит подземным руслом ручья (правого притока р. Сима). Длина главного коридора 410 м, а протяженность всех ходов пещеры 570 м [8].

Верхняя часть карстового массива бедна поверхностными и подземными водами. Река Белая на протяжении более 100 км принимает слева лишь два-три очень маловодных притока. Редкие карстовые родники в оспланиии склонов долины и возвышенностей имеют дебиты от 1—5 до 40—50 л/сек. Наибольший интерес представляют сероводородные минеральные источники в долине р. Месельки.

Бурение показало, что наиболее интенсивно закарстованы верхняя зона кунгурских глин. На Нижне-Лекандинском месторождении пустоты с вертикальным размером 0,7—6 м вскрыты на глубине 25—40 м. Ниже залегают плотные ангидриты, являющиеся водоупором. Закарстованность глин весьма неравномерна, коэффициент фильтрации на небольшом участке резко изменяется от 0,09 до 102,5 м/сут.

Карстовые каналы встречаются также ниже уровня р. Белой (с. Охлебнино). Абсолютная высота вскрываемых пустот доходит до отметок, соответствующих уровням базисов эрозии существовавших в плиоцене [11].

Федоровско-Стерлибашевский карстовый район приурочен к одноименному валу, протягивающемуся по подразделу рек Демя и Уршак. Карст района изучен весьма слабо. Карстующимися породами являются гипсы и в меньшей степени известняки казанского яруса. Карстовые воронки распространены в долинах р. Демя и ее притоков, некоторые воронки заполнены водой. Местами цепочки воронок, сливаясь, образуют небольшие бессточные карстово-эрозионные озера [4]. Наблюдаются многочисленные выходы нисходящих и восходящих карстовых источников с дебитом 10—30 л/сек и более. Демя, Уршак и другие речки начинаются мощными источниками, выходящими из пород казанского яруса [11].

Бирский карстовый район выделяется в пределах Карабеевского вала в центральной части Бирской седловины. Карстуются гипсы и ангидриты кунгурского яруса. В поймах рек Белой и Биря наблюдаются восходящие карстовые источники, из которых наиболее известен незамерзающий источник-озеро в районе г. Бирск с расходом 175 л/сек [11]. При бурении на глубине 137—159 м в гипсах ирской слити обнаружены полости с вертикальными размерами 0,5—1 м, возмашие, по-видимому, в предкачгильский этап глубокого преза гидрографической сети района.

Покровско-Салмышский карстовый район приурочен к Покровскому и Салмышскому валам, вытянутым вдоль Предуральского пригиба. Карст района почти не изучен. Карстуются гипсы и ангидриты кунгурского яруса, выходящие в сводах валов на дневную поверхность. В долинах рек Большой Кургазы, Салмыша и их притоков развиты многочисленные колодезные и конусообразные воронки с обнаженными или задернованными склонами, часто с водопоглощающими понорами [7]. На правобережье р. Урала наблюдаются провальные впадины.

На территории Приуральской части Русской платформы влияние карста сказывается в самых разнообразных сферах деятельности человека. В ряде районов с карстом генетически связаны месторождения огнеупорных глин, белых стекловых и формовочных песков, глини-красок, глауконита, бурых углей и лигнита, лечебных грязей и торфа, окисленных железных руд, минеральных вод. Палеокарстовые коллекторы карбонатных пород нижней перми, карбона и девона содержат залежи нефти и газа, а также бром-иодные воды.

117

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бадков В. А. Влияние карста на подземный сток рек. «Гидрогеол. и картовед», 1966, вып. 3.
2. Бухаров И. Д. Гидрогеология Урала. «Наука», 1964.
3. Вакрушев Г. В. К истории развития ландшафта Южного Урала и Приуралья в плиоцене и четвертичное время. Сб. «Почвы Южного Урала и Приуралья», вып. 4. Уфа, 1960.
4. Вакрушев Г. В. Распространение и условия образования карста в Башкирии. «Новости картовед. и спелеол.», 1961, № 2.
5. Горбунова К. А. Опыт детальной гидрогеологической исследования карста на примере восточного крыла Уфимского вала. Методика изучения карста, вып. 6. Гидрогеология карста. Пермь, 1963.
6. Ежов Ю. А., Лужин В. С. Инженерно-геологическое районирование территории г. Кушугур и его окрестностей. «Гидрогеологический сборник», № 2. Свердловск, 1962.
7. Жуванец Ю. Е. Некоторые данные о поверхностном карсте Южного Предуралья и Сурта. «Вопросы геоморфологии и геологии Башкирии», сб. 1. Уфа, 1967.
8. Худрашов И. К. Карстовые пещеры Башкирии — ценные памятники неживой природы. Сб. «Состояние и заповни охраны природы в Башкирии». Уфа, 1960.
9. Лужин В. С. Особенности стока и карстового процесса в речных долинах Кунгурского района. Сб. «Специальные вопросы картоведения». Изд-во АН СССР, 1962.
10. Лужин В. С. Провальные впадины на Урале и в Предуралье. «Гидрогеологический сборник», № 3. Свердловск, 1964.
11. Мавров К. Н. Поверхностные воды Башкирской АССР. Изд-во АН УССР, 1946.
12. Максимович Г. А. Районирование карста Урала и Предуралья. Докл. 4-го Всесоюзного совещ. по физ. геогр. и экон. геогр. району. Пермь, 1956.
13. Максимович Г. А. Основы картоведения, т. 1. Пермь, 1963.
14. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Карст Пермской области. Пермь, изд-во, 1958.
15. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Типы карста Урала. Сб. «Типы карста в СССР». «Наука», 1963.
16. Печеркина Н. А. Карст на берегах Камского водохранилища. Изв. АН СССР, сер. геогр., 1961, № 3.
17. Сивирцов Г. П. О влиянии движения гипсового карста на рельеф. Мат-лы анимесс. во журн. геогр. и геогр. карста. Информ. сб., № 1. М., 1960.
18. Турмушев А. В. Подземные воды Кунгурской ледяной пещеры. Сб. «Специальные вопросы картоведения». Изд-во АН СССР, 1962.
19. Шимяновский Л. А. Формирование и сток карстовых вод Уфимского плато. «Гидрогеол. и картовед.», 1960, вып. 3.

Пермский государственный университет  
им. А. М. Горького