

Литература:

1. **Валяшко М.Г.** Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей. М.: Изд-во МГУ, 1962. 398 с.
2. **Жарков М.А., Жаркова Т.М., Мерзляков Г.А.** К проблеме эволюции солевого состава вод Мертвого океана в палеозое // Геология и геофизика. 1978. № 3. С. 3.
3. **Жеребцова И.К., Волкова Н.Н.** Экспериментальное изучение поведения микроэлементов в процессе естественного солнечного испарения воды Черного моря и рапы Сасык-Сивашского озера // Геохимия. 1966. № 7. С. 832.
4. **Мерзляков Г.А.** Пермские солеродные бассейны Евразии. Новосибирск: Наука, 1979. 142 с.
5. Носарева С.П., Попов В.Г. Геохимия и генезис рассолов Южного Предуралья // Гидрогеология в начале XXI века: Мат-лы Международной конф. / ЮРГТУ (НПИ). 2006. С. 96.
6. **Сонненфелд П.** Рассолы и эвапориты. М.: Мир, 1988. 480 с.
7. **Сюндюков А.З.** Литология, фации и нефтегазоносность карбонатных отложений Западной Башкирии. М.: Наука, 1975, 174 с.

О ЦИКЛИЧНОСТИ РАЗВИТИЯ СУЛЬФАТНОГО КАРСТА НА УФИМСКОМ КОСОГОРЕ

А.И. Смирнов

Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан

Сегодня ни у кого не вызывает сомнения, что развитие любого природного процесса характеризуются определенной повторяемостью и цикличностью. Выявление циклов развития процесса возможно на основе анализа ряда наблюдений за его проявлениями. При этом, чем представительнее ряд, тем больше достоверность выявленных циклов развития процесса, на основе которых возможен прогноз периодов его активизации.

В ходе непрерывных 34-летних мониторинговых работ на Уфимском косогоре получен уникальный ряд наблюдений за активностью проявления на поверхности сульфатного карста, не имеющий аналогов в России, а возможно и в мире.

Режимные наблюдения за карстопоявлениями на косогоре непрерывно ведутся с 1976 года, наблюдатели: Г.М. Андрианов, И.В. Прошкин — 1976–1980 гг.; И.В. Прошкин, А.И. Смирнов — 1981–1984 гг., А.И. Смирнов, Т.И. Неклеенова, Ю.В. Соколов — 1985–2000 гг. (ОАО «Башкргеология»), Ю.В. Соколов — 2001–2006 гг. (ГУП «Башгеолцентр»), Ю.В. Соколов — 2007–2010 гг. (ОАО «Башкргеология»).

Уфимский косогор, площадью около 7 км², представляет собой высокий (до 100 м) и крутой, в нижней части обрывистый, расчлененный эрозионными и эрозионно-карстовыми оврагами правый склон долины р. Белой в г. Уфе, вдоль которого проходит железная дорога Самара – Челябинск с 1622 по 1629 км.

В геологическом строении косогора принимают участие гипсы кунгурского яруса, обнажающиеся в нижних частях косогора и склонов оврагов. На межовражьях и в пределах части оврагов они согласно покрываются терригенно-карбонатными отложениями уфимского яруса мощностью до 75 м (закрытый тип карста). В днищах некоторых оврагов гипсы местами выведены на поверхность или перекрыты суглинисто-щебнистым делювио-пролювием (прикрытый и покрытый типы карста). Рельеф косогора структурно-денудационный, а гидрогеологическая обстановка его характеризуется интенсивным водообменом и свободной разгрузкой трещинно-карстовых вод.

В целом, о природе карста Уфимского косогора можно сказать следующее:

- подавляющая часть карстопоявлений на косогоре обусловлена развитием сульфатного карста в гипсах кунгура;
- интенсивность распространения поверхностных проявлений карста обратно пропорциональна мощности покрывающих гипсы отложений и уклону местности;
- к факторам, ускоряющим развитие карста, относятся переток в гипсы кунгура весьма агрессивных к ним подземных вод из вышележащих горизонтов уфимского яруса по трещинам бортового отпора, а также поглощение в понорах вод временных и постоянных поверхностных водотоков с высоким дефицитом сульфата кальция [1].

За непрерывный период наблюдений (с 1976 г.) на косогоре достоверно зафиксировано образование 116 новых карстовых воронок и провалов. То есть, в среднем по 3,4 форме в год, при среднемноголетней активности 0,5 шт. год/км². Средний поперечник их около 2 м, глубина ~1,5 м.

Образование провалов на косогоре от года к году не равномерное и колеблется в количественном отношении от 0 до 10, без каких-либо четких закономерностей во временном разрезе и зависимости от количества атмосферных осадков. Устойчивых взаимосвязей провалообразования с поведением уровня карстовых вод также не установлено [3].

Между тем, определенная цикличность в динамике провалообразования на косогоре установлена нами при выражении активности развития карста, через интегральный показатель — произведением количества возникновения за год провалов и их суммарного объема, отнесенного на 1 км². Этим показателем (современная активность провалообразования) учитывается не только частота возникновения карстопоявлений на единице площади, но и их объем [2].

В 1976–1996 гг. на косогоре четко обозначились два 4-летних цикла пассивного проявления карста на поверхности (1976–1980 гг. и 1986–1989 гг.), которые разделяются двумя 5–6-летними циклами относительно активного его проявления (1981–1985 гг. и 1990–1995 гг.). В активные периоды частота и объем образовавшихся за год провалов от года к году изменяются скачкообразно, а в периоды относительно пассивного проявления карста низкая активность провалообразования наблюдается на всем протяжении цикла (рис.).

Выделенные циклы попарно образуют два более крупных цикла, которые четко увязываются с 21 и 22 циклами солнечной активности продолжительностью в 11 лет.

На основании выявленной цикличности в 1997 г. был сделан прогноз о наступлении на Уфимском косогоре в 1996 г. периода пассивного проявления карста и активизации его в 2000 г. [3], что и было подтверждено последующими режимными наблюдениями. Кроме зафиксированной нами повышенной активности проявления карста на поверхности косогора, путеобследовательской станцией Уфимской дистанцией пути Башкирского отделения Куйбышевской железной дороги на 1625 км ПК 1–2 с 12.04.2000 по 15.04.2000 была зафиксирована ежедневная просадка пути до 20 мм. Более того, 9 мая 2000 г. в Демском районе г. Уфы образовался аномально крупный карстовый провал диаметром 12 м, на засыпку которого потребовалось 4 тыс. м³ (!) глинистого грунта [4].

Таким образом, в первой половине 23 цикла солнечной активности, как и в предыдущие два, четко обозначился 4-х летний пассивный цикл, за которым последовал год активного проявления на поверхности карста. Однако 5–6-летний цикл активного проявления карста в 2000 г. не наступил. Наоборот, в 2001–2004 гг. вновь повторился пассивный 4-х летний цикл провалообразования, после завершения которого проявление карста на поверхности косогора вновь активизировалось, но за ним опять последовали годы пассивного развития карста. То есть в 23 цикле солнечной активности проявление карста на поверхности косогора резко отличается от таковой в 22 и 23 циклах солнечной активности, что обусловлено, вероятно, в целом с его меньшей активностью. Возможно, именно с этим и связана общая низкая активность проявления карста на поверхности косогора в последние 13 лет.

Между тем, во всем непрерывном 34-летнем ряду наблюдений за карстопоявлениями на косогоре пассивный цикл провалообразования четко ограничивается 4 годами. На основа-

нии предположения об устойчивой его продолжительности в конце 2008 г. нами был сделан прогноз о низкой активности провалообразования на косогоре в 2009 г. [5], который оправдался режимными наблюдениями.

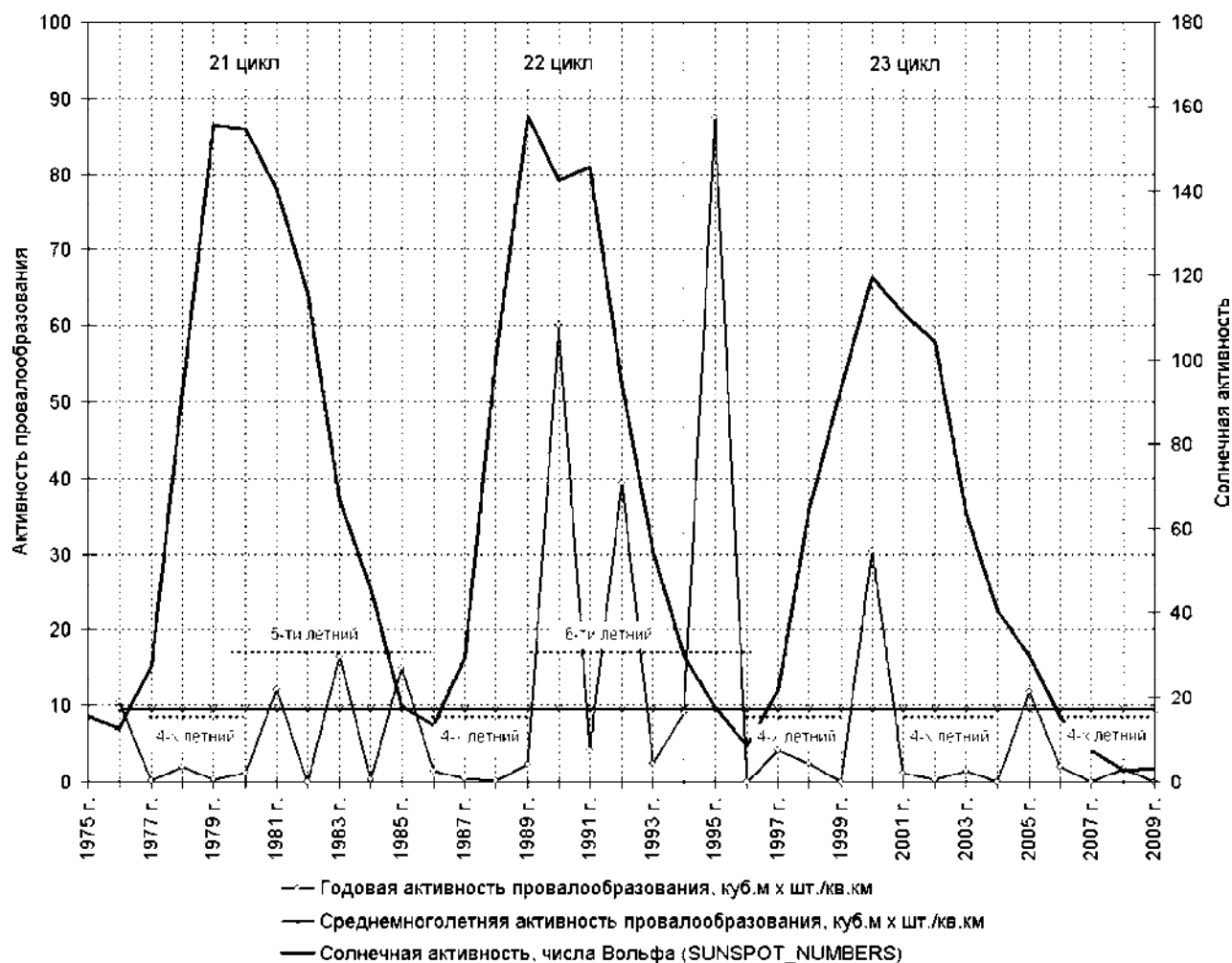


Рис. Активность проявления карста на Уфимском косогоре в 1976–2008 гг.

Если пассивный цикл проявления карста на поверхности косогора и в дальнейшем будет иметь такую же устойчивую 4-летнюю продолжительность, то по завершению последнего пассивного цикла, который начался в 2006 г., на косогоре следует ожидать активизацию провалообразования в 2010 г. Следующий за ним год (2011 г.), в части проявления карста на поверхности косогора, должен быть относительно спокойным, а режимные наблюдения 2012 г. должны показать, как будет проявляться карст на косогоре в последующие 2–3 года — по режиму пассивного (4-х летнего) или активного (5–6-летнего) циклов провалообразования [5].

В заключение отметим, что первая половина 2010 г. охарактеризовалась низкой активностью провалообразования на косогоре, что, несомненно, связано с крайне засушливым весенне-летним периодом и низким положением уровня карстовых вод. Заметим, что в 2010 г. в провинции Сычуань (Китай) после проливных дождей, до которых стояла сильная засуха, только за одну неделю образовалось более десятка новых карстовых провалов. Аналогичная ситуация может сложиться и на косогоре — дождливый осенний период после аномально засушливого лета 2010 г. может резко активизировать процесс провалообразования.

Литература:

1. **Смирнов А.И.** Стационарные наблюдения за карстопроявлениями на Уфимском карстовом косогоре // Инженерная геология. № 2. 1992. С. 50–56.
2. **Смирнов А.И.** Новые данные о современной активности развития карстового процесса на Уфимском косогоре // Инженерно-геологическое обеспечение недропользования и охраны окружающей среды: Мат-лы. междунар. науч.-практич. конф. Пермь, 1997. С. 149–152.
3. **Смирнов А.И.** Типы карста и современная активность его развития на Южном Урале и в Предуралье // Мат-лы междунар. симпозиума «Карстование — XXI век: теоретическое и практическое значение». Пермь, 2004. С. 90–94.
4. **Смирнов А.И.** Оценка воздействия карстового процесса на населенные пункты Республики Башкортостан // Мат-лы междунар. симпозиума «Карстование — XXI век: теоретическое и практическое значение». Пермь, 2004. С. 325–328.
5. **Смирнов А.И.** Методы и опыт прогноза развития карста на Уфимском косогоре // Геологические опасности: Мат-лы XV Всерос. конф. с международным участием. Архангельск, 2009. С. 414–417.

К ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.М. Балабанова¹, А.Я. Гаев^{1,2}, В.Г. Гацков¹, И.Н. Алферов^{1,3}, А.М. Пампушка¹

¹ Институт экологических проблем гидросферы, Оренбург, e-mail: gayev@mail.ru

² Отдел геоэкологии ОНЦ УрО РАН, Оренбург, E-mail: gayev@mail.ru

³ Оренбургский государственный университет, Оренбург, e-mail: maneb-or@mail.ru

Проблемы региональной гидрогеоэкологии наиболее обстоятельно освещены по соседнему Башкортостану [1]. На схемах гидрогеологического районирования Оренбуржье приурочено к Уральской гидрогеологической складчатой области, Волго-Камскому и Прикаспийскому артезианским бассейнам с артезианскими бассейнами, сводами, гидрогеологическими массивами и адмассивами. Воды инфильтрационного генезиса формируются в зоне активного водообмена. Химический состав их определяется широтной зональностью и высотной поясностью [2]. На их формирование влияют загипсованные отложения и реликты морского солевого комплекса среди пород кунгурского, палеогенового и верхнемелового возраста. Минерализация вод растет в южном направлении со сменой гидрокарбонатных вод на гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридные. Состав вод более приподнятых в рельефе районов характеризуется меньшей минерализацией и содержанием сульфатов и хлоридов. Высотная поясность согласуется с бассейнами стока, элементарными геохимическими ландшафтами и гидродинамической зональностью. В автономных ландшафтах формируются микробассейны стока с водами, содержащими органические вещества. Супераквальные ландшафты соответствуют зоне сезонных и многолетних колебаний уровня грунтовых вод, микро- и мезобассейнам стока. В руслах рек и озерных ваннах разгружаются воды из зоны постоянного горизонтального стока. В известняках из катионов доминирует кальций, а в доломитах и доломитизированных известняках содержание магния в водах достигает 25÷90 мг/л вместо обычных 8÷16 мг/л.

Под воздействием промышленных, геотехнологических, энергетических, транспортных, сельскохозяйственных и бытовых источников протекают процессы загрязнения. Хорошее качество подземных вод характерно для площадей с лесонасаждениями и зонами рекреации. С загрязнением снижается качество вод и устойчивость к загрязнению. К южным районам уменьшаются модули водного и химического стока. В горно-складчатой части региона воды загрязняют горнорудные предприятия, а на платформе наиболее опасными источниками