

УДК 556.322+551.442

DOI:10.7242/echo.2020.1.2

## ОСОБЕННОСТИ ЦИРКУЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ЗОНЕ НИЖНЕСЫЛВИНСКОГО КАРСТОВОГО РАЙОНА

Н.В. Лаврова

*Горный институт УрО РАН, г. Пермь*

**Аннотация:** Рассмотрены особенности геологического строения зоны аэрации Нижнесылвинского карстового района на границе Восточно-Европейской платформы и Предуральского прогиба. Карстово-обвальные отложения, залегающие в основании рыхлых перекрывающих отложениях над карстующимися карбонатно-сульфатными и сульфатными породами, в силу своей неоднородности влияют на формирование локальных потоков подземных вод. Вертикальное движение просачивающихся с поверхности инфильтрационных вод меняется на склонах ископаемых рифовых построек. При последующей смене направления движения в основании рифа образуется скопление вод, которые растворяют породы по вертикали. Поскольку сульфатные породы, залегающие выше, растворяются более интенсивно, по радиусу рифовой постройки формируются пустоты, обрушение которых ведет к образованию провалов на поверхности.

Трещиноватые зоны в очагах скопления подземных в основании рифа со временем отводят воды внутрь карстового массива. Со временем происходит кольматация трещин с последующим накоплением вод, в результате на поверхности на месте провала формируется озеро. Периодические исчезновения озер свидетельствует об активных гидрогеологических процессах в зоне аэрации.

**Ключевые слова:** Нижнесылвинский карстовый район, зона аэрации, карстовый массив, циркуляция подземных вод, ископаемые рифовые постройки, структура облекания, исчезающие озера, локализованный сток.

**Введение.** Северо-восточная часть Кунгурского административного района находится в пределах Нижнесылвинского района гипсового и карбонатно-гипсового карста, выделенного К.А. Горбуновой (1992) на границе Восточно-Европейской платформы и Предуральского прогиба в нижнем течении р. Сылвы. Здесь распространены породы нижнего (кунгурский ярус) и верхнего (уфимский ярус) отделов пермской системы. Гипсы и ангидриты, переслаивающиеся с маломощными известняками и доломитами, иренского горизонта, в меньшей степени – известняки и доломиты филипповского горизонта кунгурского яруса, а также известняки артинского яруса нижней перми интенсивно закарстованы. Карст относится к задернованному подэлювиальному [1].

**Особенности строения зоны аэрации Нижнесылвинского карстового района.** Толща пермских пород повсеместно, за исключением обрывистых склонов, перекрыта чехлом четвертичных отложений. Значительную часть покрова (нижнюю), а иногда и основную массу составляют отложения, связанные с карстовыми процессами – карстовые брекчии локального и площадного распространения. К первым относятся: заполнитель карстовых впадин на поверхности земли, заполнитель полостей и трещин в зоне вертикальной циркуляции трещинно-карстовых вод, обвальные накопления в карстовых пустотах. В этом случае образуются штоки, неправильные тела карстовых брекчий.

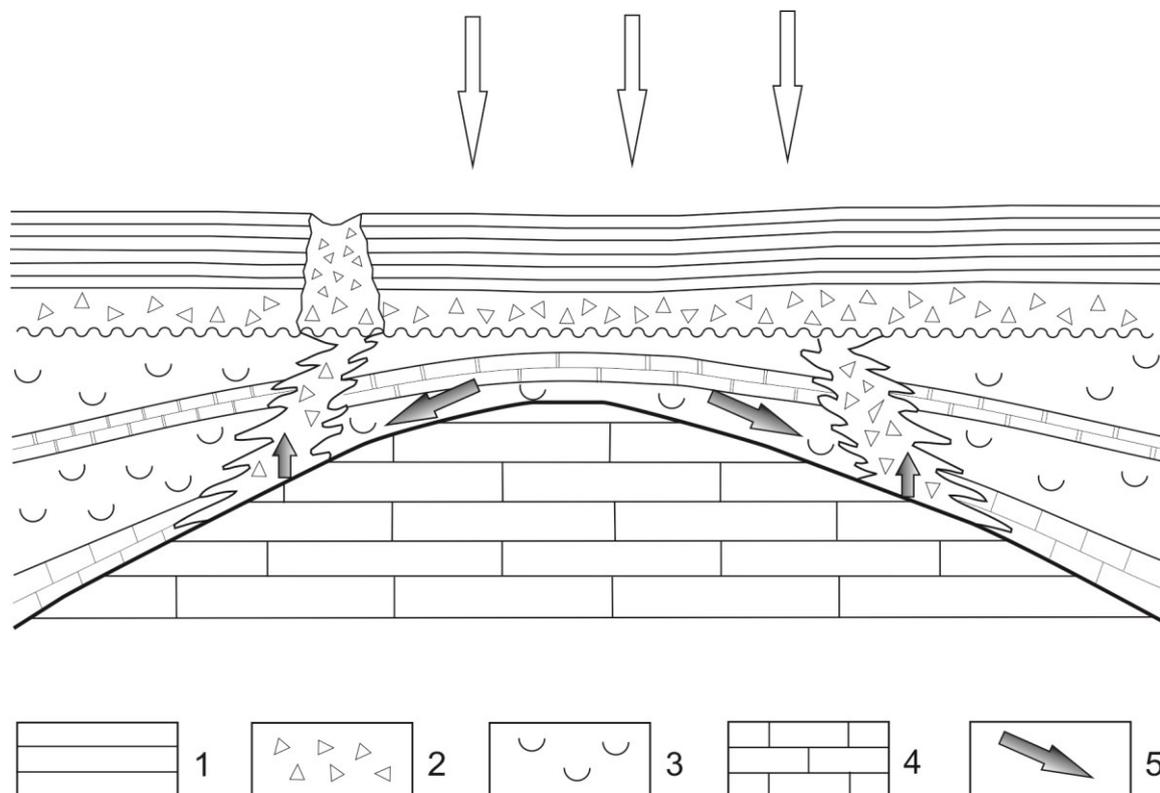
Среди карстовых брекчий площадного развития, образующих пластообразные тела, выделяются крупнообломочные отложения в основании покровных отложений молодых и древних террас. При избирательном выщелачивании сульфатных пород в береговых зонах речных долин шириной до 2 км под воздействием инфильтрационных, трещинно-карстовых вод, а также паводковых вод образуется множество пустот. Обвалы их сводов ведут к накоплению крупноглыбовых отложений и формированию своеобразных горизонтов карстовых брекчий мощностью до 20 м, соответствующих определенным террасам [3].

**Формирование провалов и озер при локализации подземных вод в приповерхностной зоне карстовых массивов.** Область распространения сульфатных отложений иренского горизонта выделяется количеством и разнообразием подземных и поверхност-

ных карстовых форм. Основным элементом карстового рельефа являются воронки, средняя плотность которых по данным геоморфологической съемки составляет от 10 до 50 на км<sup>2</sup> [4]. Провалы являются характерным явлением в области гипсо-ангидритовых отложений кунгурского яруса. В настоящее время в базе данных опасных геологических процессов на территории района зафиксировано более сотни провалов. Большая часть из них связана с карстово-суффозионными процессами и антропогенной деятельностью.

При построении карты мощности сульфатных отложений по данным бурения структурно-поисковых скважин в районе произошедших крупных собственно карстовых провалов в с. Родионово (поперечник 10 м, глубина 18 м), 2018 г. и с. Зарубино (поперечник 11 м, глубина 17 м), 2016 г. выявлены особенности геологического разреза. На отдельных участках при субгоризонтальном залегании пород иренского горизонта непосредственно под рыхлыми перекрывающими отложениями на глубине 10-20 м вскрыты карбонатные породы филипповского горизонта, подстилающего карбонатно-сульфатные отложения. Что свидетельствует о развитии здесь структур облекания над пермскими рифовыми постройками. Другими словами сульфатные отложения над рифовой постройкой отсутствуют, а оконтуривают ее на сравнительно небольшом удалении.

При описании динамики подземных вод, как правило, подразумевается практически однородное движение к дрене от водораздела. В районе ископаемых рифов, где угол падения слоев в отдельных случаях может достигать 30°, происходит сосредоточение движения вод по отдельным мелким водоносным слоям и горизонтам. В этом случае слабоминерализованные (агрессивные к гипсу) подземные воды поступают не только сверху, но снизу и сбоку по отношению к сульфатной толще, расположенной на небольшом удалении по контуру рифовой постройки [6]. В результате происходит интенсивное разрушение сульфатных отложений, следствием которых является развитие провальных процессов (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема образования провалов над структурами облекания ископаемых рифовых построек: 1 – глины, мергели, суглинки; 2 – карстово-обвальные отложения; 3 – гипсы и ангидриты; 4 – известняки; 5 – направление движения подземных вод

На водоразделах кроме воронок, провалов отмечается большое количество карстовых озер и заболоченных впадин. Их морфология, морфометрия, гидрогеологические условия возникновения, термика, отложения, химические состав вод и т.д. представлены в многочисленных работах пермских карстоведов. Большой интерес представляют эпизодически исчезающие озера на возвышенных участках – Поваренное (г. Кунгур), дд. Николичи, Любимово и др. (рис. 2). Жители деревень активно используют воду озер для хозяйственных нужд. Кроме того удается отслеживать периодичность исчезновения и наполнения данных озер. Так в г. Кунгуре озеро Поваренное, максимальный поперечник которого 110 м, минимальный 70 м, глубина 10 м уходило в 1813, 1936, 1937, 1997 гг. [5]. Весной 2016 г. ушло озеро в окрестностях д. Николичи, поперечник 20x30 м, глубина 2 м. До сегодняшнего дня восстановления прежнего уровня воды не произошло. Крупные озера в дд. Трактовая и Червяки со слов старожилов уходили несколько раз и всегда восстанавливали свой уровень. Щучье озеро (поперечник 150-100 м, глубина 15 м) ушло в 2019 г. в окрестностях одноименного поселка в Октябрьском районе. В прошлом веке исчезало на два года.

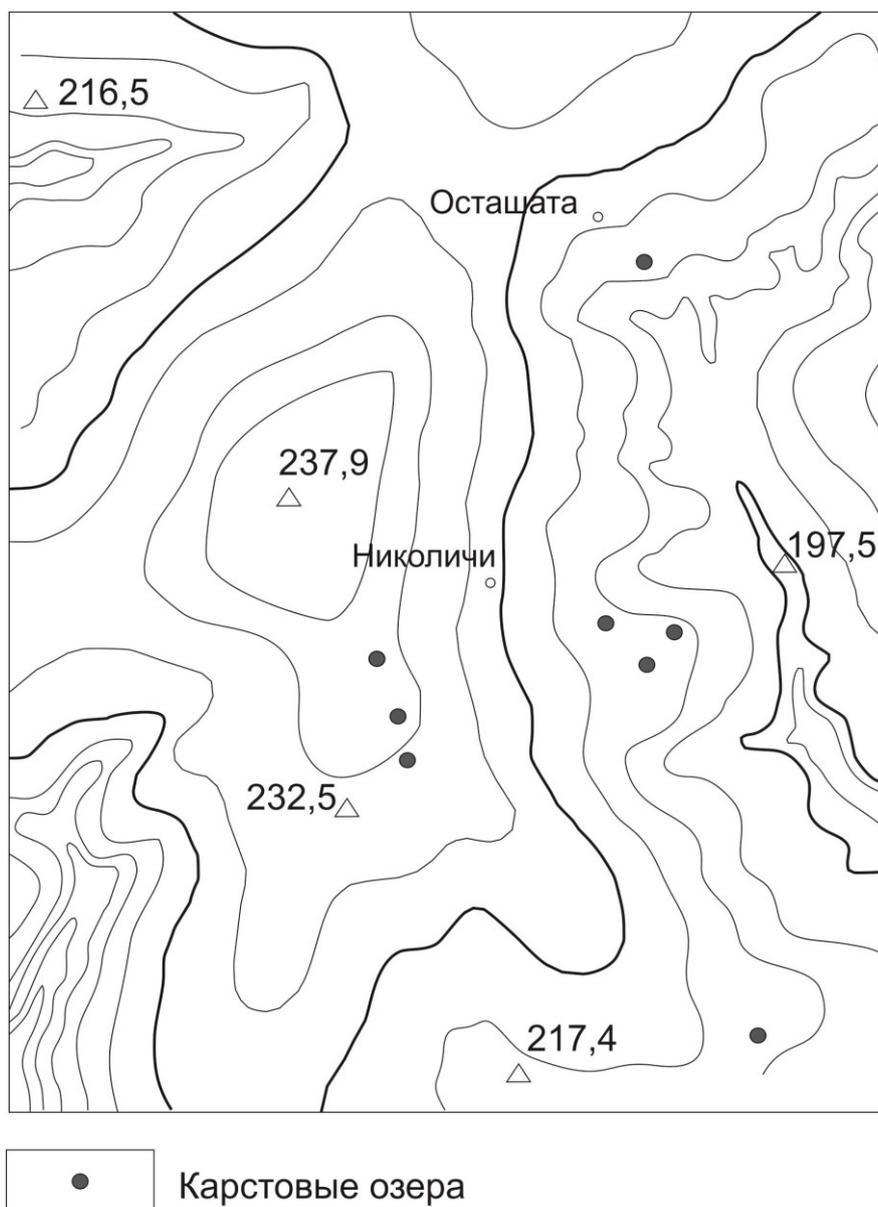


Рис. 2. Карстовые озера в районе ископаемых рифовых построек

Формирование поверхностных карстовых форм в большинстве случаев связано с первичной трещиноватостью карстовых массивов. Особенности строения и состава крупноглыбового горизонта над карстовыми массивами верхней части зоны аэрации перераспределяют нисходящее движение инфильтрационных вод. На участках латерального движения к дренирующим трещинам формируются локализованные потоки, а также скопления подземных вод на участках с пониженной проницаемостью нижезалегающих карстующихся пород. Одновременно с накоплением дренированных подвешенных вод и вод поверхностных стоков на границе глыбового горизонта и карстующихся пород происходит образование депрессионной воронки. Активный водообмен на дне воронки какое-то время нивелируется заполнением ее нерастворимыми остатками. Однако процесс преобразования и расширения трещин выветривания на дне озера приводит к отводу вод вглубь массива карстующихся пород. Момент прорыва, по-видимому, связан с активизацией процессов растворения при увеличении объема поступающих в чашу озера грунтовых и подземных вод в дождливые периоды [2].

Неоднократное исчезновение озер свидетельствует о существовании канала на дне озер, через который происходит постоянный перевод вод, циркулирующих в зоне аэрации в глубинные части карстовых массивов. Кольматация трещин на дне озера на какое-то время задерживает инфильтрацию. Однако повышенное количество атмосферных осадков в дождливые периоды последних лет привело к прорыву заполнителя трещин и способствовало исчезновению озер.

#### **Выводы.**

Гидрогеологические условия в структурах облекания на склонах ископаемых рифовых построек определяют особенности циркуляции подземных вод в зоне аэрации карстовых массивов

Провалы и периодические исчезающие озера по контуру ископаемых рифов в пределах депрессионных воронок активизируют водообмен между рыхлыми перекрывающими отложениями и карстующимися породами.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Горбунова К.А., Костарев В.П., Андрейчук В.Н., Максимович Г.А. Карст и пещеры Пермской области. – Пермь: Изд-во ПГУ, 1992. – 200 с.
2. Климчук А.Б. Роль приповерхностной зоны карстовых массивов в гидрогеологии и морфогенезе карста / АН УССР, Ин-т геологических наук. – Киев, 1989. – 44 с. – (Препринт).
3. Лаврова Н.В. Распространение карстовых брекчий в Нижнесыльвенском карстовом районе / Н.В. Лаврова // Стратегия и процессы освоения георесурсов: материалы науч. сес. ГИ УрО РАН по результатам НИР в 2003 г. – Пермь, 2004. – С. 59-62.
4. Лукин В.С. Провальные явления на Урале и в Предуралье // Гидрогеологический сборник № 3. – Свердловск, 1964. – С. 133-160. – (Тр. ин-та геол. УФ АН СССР. Вып. 69).
5. Мушкалов С.М. Читаем Кунгур как книгу... – Кунгур, 2018. – 248 с. – (С. 51-52.)
6. Турышев А.В. Особенности подземного стока и разгрузки трещинно-карстовых вод северной части Уфимского плато // Гидрогеологический сборник № 2: – Свердловск, 1962. – С. 131-141. – (Тр. ин-та геол. УФ АН СССР. Вып. 62).