

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ

УДК 551

Уточнение границ районов сульфатного карста Пермского края

Н. Г. Максимович, О. И. Кадебская, О. Ю. Мещерякова

Пермский государственный национальный исследовательский университет
614990, Пермь, Букирева, 15. E-mail: nmax54@gmail.com, icescave@bk.ru, olgam.psu@gmail.com

(Статья поступила в редакцию 2 сентября 2021 г.)

В работе к районам сульфатного карста отнесены территории, где закарстованы только гипсы и ангидриты, а также совместно с карбонатными породами и солями. На основе данных полевых исследований, обобщения фондовых материалов и литературных источников, а также результатов мониторинга экзогенных геологических процессов, выполненного авторами статьи, были проанализированы данные по сульфатному карсту Пермского края, которые не обновлялись с 90-х годов прошлого столетия. Это позволило уточнить границы ранее выделенных районов сульфатного карста Пермского края.

Ключевые слова: *сульфатный карст, районирование, Пермский край*

DOI: 10.17072/psu.geol.20.4.320

Сульфатные породы – гипсы и ангидриты – широко распространенные на территории Пермского края, во многом определяют своеобразие его природных условий, прежде всего, за счет развития карстовых процессов, обуславливающих большое разнообразие поверхностных и подземных форм рельефа и присущих им ландшафтов.

Сульфатный карст, по сравнению с более распространенным в мире карбонатным, имеет специфику, связанную, в первую очередь, с высокой растворимостью гипсов и ангидритов, и, соответственно, активностью карстовых процессов, что необходимо учитывать особенно в условиях интенсивного техногенного воздействия.

Отличительной чертой Пермского края являются участки совместного залегания сульфатных и соленосных пород. Здесь формируются протяженные заболоченные территории, включающие самые большие озера Пермского края. Для районов развития сульфатных пород характерны обширные депрессии, болота, обилие карстовых озер, суходолов, исчезающих и вновь появляю-

щихся рек. Подземные и поверхностные воды содержат большое количество сульфата кальция, что в ряде случаев делает их непригодными для водоснабжения и создает трудности для местного населения (Максимович и др., 2021).

Разнообразие проявлений сульфатного карста Пермского края обусловлено специфическим комплексом геологических, структурно-тектонических, гидрогеологических, физико-географических, техногенных особенностей, отличающихся от обстановок образования карста в других районах земного шара. Основными из них являются:

- разнообразие геотектонических обстановок формирования карстующихся пород – платформенная часть, Предуральский прогиб, зона уральской складчатости;
- широкий спектр карстовых проявлений и форм, обусловленный многотипностью гидродинамических профилей;
- наличие практически всех типов карста по мощности и характеру покровных



Рис. 1. Карстовые озера севернее с. Верх-Язьва (фото Н. Г. Максимовича)

отложений: голый, задернованный, подэлювиальный, подаллювиальный, подфлювиогляциальный, покрытый, закрытый;

- приуроченность активного карста к речным долинам, тектоническим нарушениям и трещинным зонам, литологическим контактам;

- наличие в покровных и карстующихся отложениях суффозионно-неустойчивых грунтов;

- внедрение мощных потоков подземных вод, ненасыщенных сульфатом кальция,

из карбонатных массивов в гипсоангидритовые;

- формирование подводных пещер значительной протяженности и объемов;

- формирование и достаточно быстрое разрушение пещер в сульфатных породах;

- своеобразное минералообразование в сульфатных пещерах;

- возникновение землетрясений силой до 3–5 баллов, происходящих во время карстовых провалов и обвалов в пещерах и полостях;

Таблица. Характеристика районов сульфатного карста Пермского края (Горбунова и др., 1992, с дополнениями авторов)

Карстовые районы	Литологический тип карста	Площадь, км ²	Тип карста по условиям залегания
1. Карстовые районы восточной окраины Восточно-Европейской платформы и прилегающих частей Предуральяского прогиба			
<i>Ксенофоновский (Кс)</i>	сульфатный, карбонатный	1446	голый, подэлювиальный, подаллювиальный, подфлювиогляциальный, местами – закрытый
<i>Полазненский (Пл)</i>	сульфатный, карбонатно-сульфатный	3102	закрытый, подэлювиальный, задернованный
<i>Нижнесылвинский (Нс)</i>	сульфатный, карбонатно-сульфатный	2191	голый, задернованный, подэлювиальный, подаллювиальный, закрытый
<i>Иренский (Ир)</i>	сульфатный, карбонатно-сульфатный	3815	голый, задернованный, подэлювиальный, подаллювиальный, закрытый
<i>Кишертский (Ки)</i>	сульфатный, карбонатно-сульфатный	334	закрытый, подаллювиальный
2. Карстовые районы Верхнепечорской впадины и Соликамской депрессии Предуральяского прогиба			
<i>Вишеркский (Ви)</i>	сульфатный, соляной	3559	подэлювиальный, подаллювиальный, подфлювиогляциальный, закрытый, местами – голый
<i>Соликамский (Сл)</i>	соляной, сульфатно-соляной	7296	закрытый, покрытый, природный, антропогенный, смешанный
3. Карстовые районы Юрюзано-Сылвинской депрессии Предуральяского прогиба			
<i>Осинцевский (Ос)</i>	сульфатный, соляной	785	закрытый
<i>Ачитский (Ач)</i>	сульфатный	96	закрытый
<i>Кордонский (Кр)</i>	сульфатный	172	закрытый
<i>Лысьвенский (Лс)</i>	сульфатный	505	закрытый, задернованный, местами – голый
Общая площадь карстовых районов		23354	

- широкое развитие карстово-обвальных отложений, мощностью на отдельных участках – свыше 100 м;

- существенная и разнообразная техногенная нагрузка на районы развития сульфатных пород, приводящая к возникновению или активизации карста;

- совместное залегание сульфатных и соленосных пород, при растворении которых в несколько раз увеличивается растворимость гипсов и ангидритов.

Серьезной проблемой районов сульфатного карста является развитие провалов, которые наносят ущерб зданиям и сооружениям, промышленным предприятиям, коммуникациям, приводят к гибели людей.

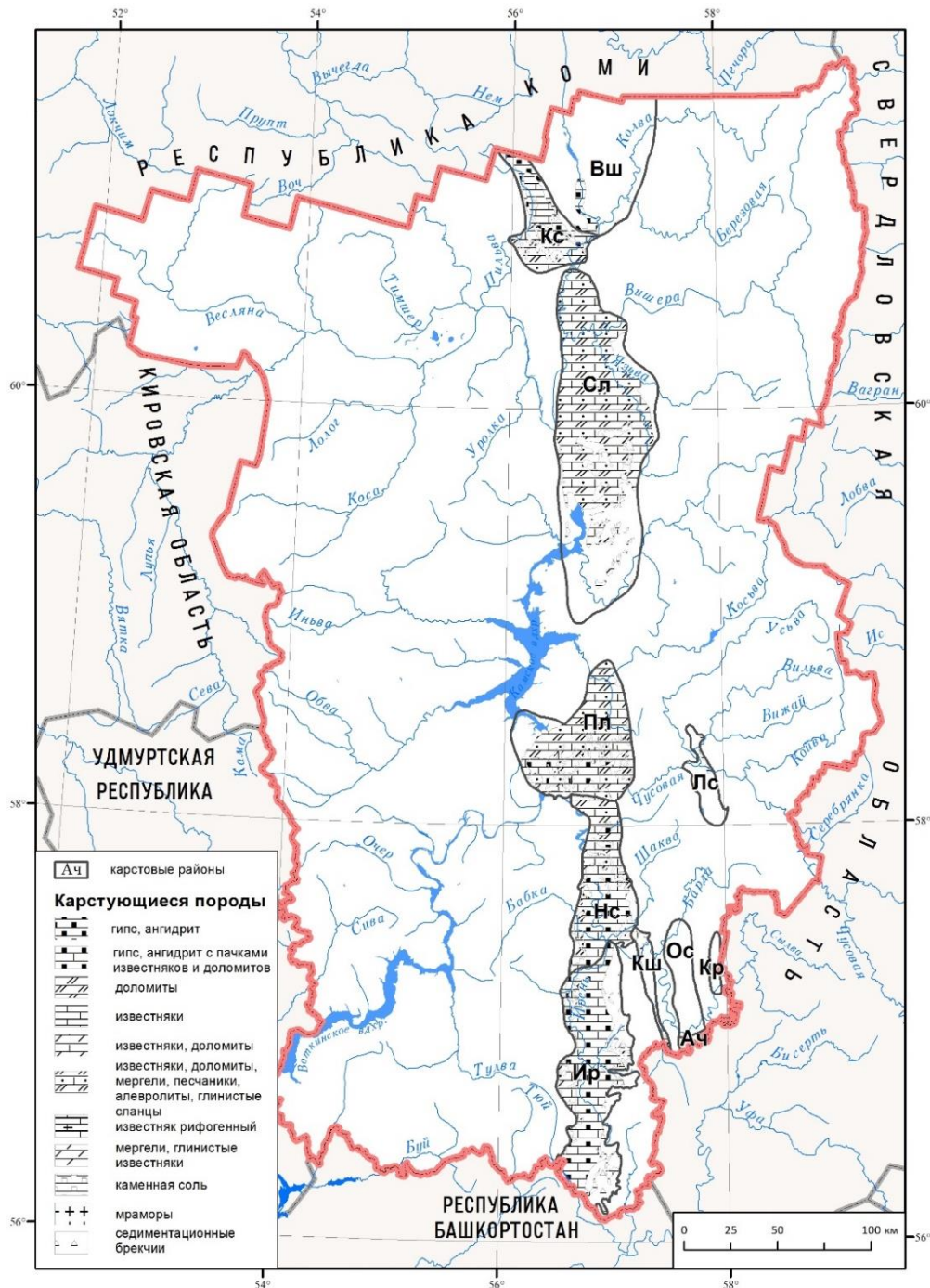


Рис. 2. Карта сульфатного карста Пермского края. Карстовые районы: Кс – Ксенофонтовский, Вш – Вишерский, Сл – Соликамский, Пл – Полазненский, Лс – Лысьвенский, Нс – Нижнесыльвинский, Ки – Кишертский, Ос – Осинцевский, Ач – Ачитский, Кр – Кордонский, Ир – Иренский

Карстовые районы характеризуются повышенным водообменом, низкой защищенностью подземных вод от загрязнения, что способствует развитию экологических проблем.

К районам сульфатного карста авторы относят территории, где закарстованы толь-

ко гипсы и ангидриты, а также совместно с карбонатными породами и солями.

Последняя крупная работа, посвященная этой проблеме, «Карст и пещеры Пермской области» была издана по инициативе К. А. Горбуновой в 1992 г. (Горбунова и др., 1992). Проведенное ей районирование карста

стало общепризнанным, а монография широко цитируется в России и за рубежом.

За прошедшие почти 30 лет появились новые данные о сульфатном карсте, его проявлениях на участках, не охваченных ранее проведенным районированием.

Например, в Соликамском карстовом районе в долине р. Язьвы встречены, скорее всего, единственные поверхностные проявления сульфатного карста в чистом виде, то есть без участия процессов растворения солей. Здесь на поверхности выходят отложения кошелевской свиты. В ее основании находится пачка ангидритов с гнездами и прослоями гипсов и загипсованных глин мощностью до 14 м (Водолазская, 2015). Севернее с. Верх-Язьва выходы этой пачки образуют цепь карстовых воронок диаметром до 60 м. Часть из них заполнена водой (рис. 1).

В ходе работы была сформирована ГИС «Сульфатный карст Пермского края», которая содержит информацию о количестве карстовых провалов в пределах районов с 1920 г., мест разгрузки сульфатных вод, наличии сульфатных пород в обнажениях, координатные привязки пещер, их морфометрических показателей, существующих и предлагаемых охраняемых природных территорий с проявлениями сульфатного карста. Для обобщения информации использовалась программа ArcGIS. На основании этого были уточнены некоторые границы районов. Авторы посчитали возможным объединить выделенные К. А. Горбуновой карстовые участки в единый Лысьвенский район, где сульфатные породы не имеют сплошного распространения, но процессы имеют общие черты.

Вопросами районирования сульфатного карста Пермского края занимались К. Г. Бутырина (Бутырина, 1975), К. А. Горбунова (Горбунова, 1965, 1977, 1979), Г. А. Максимович (Максимович, 1963, 1969) и др. Ими в 1958 г. были выделены в платформенной части Пермского Предуралья Полазненско-Шалашнинский, Сьлвинско-Сергинский и Кунгурско-Иренский районы карста преимущественно в гипсах и ангидритах. Указанные районы относятся к Приуральской карстовой провинции. Позднее районирование территории было пересмотрено (Горбунова и

др., 1992) и на территории Пермского края были определены 16 карстовых районов.

По классификации К. А. Горбуновой (1992) выделено 10 районов, где карст связан с сульфатными породами. Авторы статьи сочли возможным выделить еще один – Лысьвенский – район локального распространения сульфатного карста, объединив территории, ранее описанные К. А. Горбуновой как участки карстопоявлений (табл., рис. 2). Благодаря данным АО «ВерхнекамГИСИЗ» (Утемова, Папирина, 2015) были расширены границы Полазненского карстового района. При оцифровке картографического материала была уточнена площадь Соликамского района, которая составила 7349,27 км² (Кадебская, 2020). По уточненным данным, сульфатный карст распространен на площади около 23 тыс. км² или 14% Пермского края. Таким образом, общая площадь районов, где развиты карбонатный, сульфатный и соляной виды карста, по карте, составленной К. А. Горбуновой, – 45,9 тыс. км². Уточненная площадь, по нашим исследованиям, составляет 47,5 тыс. км². На наш взгляд, необходимо проведение подобных исследований для районов развития карбонатного и соляного карста.

Библиографический список

- Бутырина К. Г. Карстовые районы и участки центральной части Пермской области // Вопросы физической географии Урала: учен. зап. Перм. ун-та. Пермь, 1975. С. 47–65.
- Горбунова К. А. Особенности гипсового карста. Пермь: Перм. книж. изд-во, 1965. 120 с.
- Горбунова К. А. Карст гипса СССР: учеб. пособие по спецкурсу. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1977. 84 с.
- Горбунова К. А. Морфология и гидрогеология гипсового карста. Пермь: Перм. ун-т, 1979. 95 с.
- Горбунова К. А., Андрейчук В. Н., Костарев В. П., Максимович Н. Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1992. 200 с.
- Водолазская В. П., Тетерин И. П., Кириллов В. А., Лукьянова Л. И. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист О-40. Пермь. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. 497 с.

Кадебская О. И. Уточнение границ Соликамского карстового района // Горное эхо. № 3(80). 2020. С. 8–12.

Максимович Г. А. Основы карстования. Т. 1. Вопросы морфологии карста, спелеологии и гидрогеологии карста. Пермь: Пермское книжное изд-во, 1963. 446 с.

Максимович Г. А. Основы карстования. Т. 2. Вопросы гидрогеологии карста, реки и озера карстовых районов, карст мела, гидротермо-

карст. Пермь: Геогр. о-во СССР. Ин-т карстования и спелеологии. Перм. ун-т, 1969. 529 с.

Максимович Н. Г., Кадебская О. И., Мещерякова О. Ю. Сульфатный карст Пермского края: монография. Пермь: ПГНИУ, ЕНИ ПГНИУ, ГИ УрО РАН, 2021. 302 с.

Утемова С. А., Папирова В. Т. О карстоопасности Пермской градопромышленной агломерации // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы международного симпозиума. Пермь, 2015. С. 205–209.

Refinement of the Boundaries of the Sulfate Karst Areas of the Perm region

N. G. Maksimovich, O. I. Kadebskaya, O. Yu. Meshcheriakova

Perm State University, 15 Bukireva Str., Perm 614990, Russia.

E-mail: nmax54@gmail.com

E-mail: olgam.psu@gmail.com

The areas referred to the areas of sulfate karst are related to the areas of exclusive distribution of gypsum and anhydrite karst, as well as joint occurrence with carbonate rocks and salts. Based on the field study data, generalization of archive materials and publications, as well as the results of monitoring of exogenous geological processes carried out by the authors of the article, the data on sulfate karst of the Perm Territory not updated since the 90s of the last century were analyzed. This made it possible to clarify the boundaries of the previously identified areas of sulfate karst in the Perm region.

Key words: *sulfate karst; zoning; Perm region*

References

Butyrina K.G. 1975. Karstovye rayony i uchastki tsentralnoy chasti Permskoy oblasti [Karst regions and areas of the central part of the Perm region]. Voprosy fizicheskoy geografii Urala: Uchen. zap. Perm. univ., Perm, pp. 47–65. (in Russian)

Gorbunova K.A. 1965. Osobennosti gipsovogo karsta [Features of the gypsum karst]. Perm. Perm. knizh. izd-vo, p. 120. (in Russian)

Gorbunova K.A. 1977. Karst gipsa SSSR [The gypsum karst of the USSR]. Perm, Izd-vo Perm. univ., p. 84. (in Russian)

Gorbunova K.A. 1979. Morfologiya i gidrogeologiya gipsovogo karsta [The morphology and hydrogeology of the gypsum karst]. Perm. Perm. univ., p. 95. (in Russian)

Gorbunova K.A., Andrejchuk V.N., Kostarev V.P., Maksimovich N.G. 1992. Karst i peshchery Permskoy oblasti [The karst and caves of the Perm Region]. Perm, Izd-vo Perm. univ., p. 200. (in Russian)

Vodolazskaja V.P., Teterin I.P., Kirillov V.A., Luk'janova L.I. et al.. 2015. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii [State geological map of the Russian Federation]. Masshtab 1:1 000 000 (tret'ye pokolenie). Seriya Uralskaya. List O-40. Perm. Obyasnitelnaya zapiska. SPb., Kar-

tograficheskaja fabrika VSEGEI, p. 497. (in Russian)

Kadebskaya O.I. 2020. Utochnenie granits Solikamskogo karstovogo rayona [Clarification of the boundaries of the Solikamsk karst region]. Горное эхо. 3(80): 8–12. (in Russian)

Максимович Г.А. 1963. Основы карстования [Fundamentals of karstology]. Т. 1. Вопросы морфологии карста, спелеологии и гидрогеологии карста. Перм, Пермское книжное изд., p. 446. (in Russian)

Максимович Г.А. 1969. Основы карстования [Fundamentals of karstology]. Т. 2. Вопросы гидрогеологии карста, реки и озера карстовых районов, карст мела, гидротермокарст. Перм, Геогр. обшч. СССР. Inst. karstovedeniya i speleologii. Perm. state univ., p. 529. (in Russian)

Максимович Н.Г., Кадебская О.И., Мещерякова О.Ю. 2021. Сульфатный карст Пермского края [The sulfate karst of the Perm krai]. Perm, ПГНИУ, ЕНИ ПГНИУ, ГИ УрО РАН, p. 302. (in Russian)

Утемова С.А., Папирова В.Т. 2015. О карстоопасности Пермской градопромышленной агломерации [About karst hazard of the Perm urban-industrial agglomeration]. In: Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах, Перм, pp. 205–209. (in Russian)