

Современное состояние источников и генетическое разнообразие углекислых минеральных вод Приморского края

¹ Брагин Иван Валерьевич (<https://orcid.org/0000-0003-3280-716X>), bragin_ivan@mail.ru

² Челноков Георгий Алексеевич (<https://orcid.org/0000-0001-6020-9277>), geowater@mail.ru

² Лаврушин Василий Юрьевич (<https://orcid.org/0000-0002-4815-7627>), wli2@yandex.ru

¹ Павлов Андрей Андреевич (<https://orcid.org/0000-0002-8793-4871>), andrey_pavlov792@gmail.com

³ Челнокова Берта Ивановна (<https://orcid.org/0000-0001-7486-2760>), bertha-20@mail.ru

^{4,1} Харитонова Наталья Александровна (<https://orcid.org/0000-0002-0855-3385>), tchenat@mail.ru

¹ Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

² Геологический институт Российской академии наук, Москва, Россия

³ Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания – НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения, Владивосток, Россия

⁴ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Резюме [PDF RUS](#) [PDF ENG](#)

Полный текст [PDF RUS](#)

Резюме. Представлены результаты комплексного исследования углекислых минеральных вод Приморского края, направленного на выявление их генезиса и условий формирования. В работе впервые для ряда малоизученных источников проведена совместная интерпретация данных химического и микрокомпонентного состава воды, газовой фазы (CO_2 , N_2 , CH_4 , H_2 , He , Ar) и стабильных изотопов кислорода и водорода ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$), полученных как в ходе данного исследования, так и ранее нашей группой. На основе гидрохимических данных выделены три генетические группы вод: 1) воды $\text{Ca}-\text{HCO}_3$ типа (источники «Большой ключ», «Фабричный»), формирующиеся в терригенных толщах; 2) воды глубинного силикатного типа (источники «Покровский», «Глуховка»), связанные с взаимодействием с кристаллическими породами фундамента и обогащенные литием, рубидием и барием; 3) кислые воды зоны окисления сульфидов (источник «Неробинский»), являющиеся индикаторами рудной минерализации. Воды смешанного типа, проявляющие черты трех вышеописанных типов, составляют четвертую группу. Газохимические исследования подтвердили преобладание CO_2 мантийного генезиса (>96.9 об.%) и восстановительный характер среды. Выявлены уникальные аномалии, такие как высокое содержание метана (до 2.26 об.%) в источнике «Покровский», что указывает на возможные термогенные процессы. Изотопный состав вод ($\delta^{18}\text{O}$ от -14.71 до -8.70 ‰, $\delta^2\text{H}$ от -103.79 до -60.28 ‰) однозначно свидетельствует об их метеорном происхождении из осадков холодного климата, а сдвиг относительно глобальной метеорной линии – об интенсивном изотопном обмене в системе «вода–порода–газ». Результаты работы имеют фундаментальное значение для понимания флюидодинамики недр Сихотэ-Алиня и прикладное – для расширения минерально-сырьевой базы, развития бальнеологии и проведения геолого-поисковых работ в регионе.

Ключевые слова:

минеральные воды, углекислые воды, Приморский край, геохимия вод

Для цитирования: Брагин И.В., Челноков Г.А., Лаврушин В.Ю., Павлов А.А., Челнокова Б.И., Харитонова Н.А.

Современное состояние источников и генетическое разнообразие углекислых минеральных вод Приморского края.

Геосистемы переходных зон, 2025, т. 9, № 4, с. 398–409. <https://doi.org/10.30730/gtrz.2025.9.4.398-409> ;

<https://www.elibrary.ru/xsyomt>

For citation: Bragin I.V., Chelnokov G.A., Lavrushin V.Yu., Pavlov A.A., Chelnokova B.I., Kharitonova N.A. Current state of springs and genetic diversity of high PCO_2 mineral waters of Primorsky Krai. Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones, 2025, vol. 9, No. 4, pp. 398–409. (In Russ.). <https://doi.org/10.30730/gtrz.2025.9.4.398-409> ;
<https://www.elibrary.ru/xsyomt>

Список литературы

1. Лучанинова В.Н., Каргина А.П., Рудич В.П. **1992.** Минеральные воды Приморского края. *Вестник ДВО РАН*, 3/4: 125–129.
2. Челноков А.Н. **1997.** *Подземные минеральные воды Приморья (распространение, ресурсы и особенности формирования)*: дис. ... канд. геол.-минер. наук. Дальневосточный геологический ин-т ДВО РАН, Владивосток, 165 с.
3. Чудаев О.В. **2003.** *Состав и условия образования современных гидротермальных систем Дальнего Востока России*. Владивосток: Дальнаука, 216 с.
4. Шварцев С.Л., Харитонова Н.А., Лепокурова О.Е., Челноков Г.А. **2017.** Генезис и эволюция углекислых минеральных вод месторождения Мухен (Дальний Восток). *Геология и геофизика*, 58(1): 48–59.
5. Челноков Г.А., Брагин И.В., Харитонова Н.А., Александров И.А., Ивин В.В., Челнокова Б.И. **2019.** Геохимия и условия формирования Ульского термального источника (Охотоморское побережье, Хабаровский край). *Тихоокеанская геология*, 38(2): 73–85.
6. Брагин И.В., Павлов А.А., Челноков Г.А., Лаврушин В.Ю., Харитонова Н.А. **2024.** Состав и условия формирования азотно-кремнистых терм Амгинской группы (северо-восток Приморского края). *Тихоокеанская геология*, 43(2): 90–101.
7. Чудаева В.А., Чудаев О.В., Челноков А.Н., Эдмундс У.М., Шанд П. **1999.** *Минеральные воды Приморья (химический аспект)*. Владивосток: Дальнаука, 160 с.
8. Челноков Г.А., Харитонова Н.А. **2008.** *Углекислые минеральные воды юга Дальнего Востока*. Владивосток: Дальнаука, 165 с.
9. Чудаев О.В., Харитонова Н.А., Челноков Г.А., Брагин И.В. **2016.** Гидроминеральные ресурсы Приморского края. *Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук*, 5(189): 11–20.
10. Ханчук А.И. (ред.) **2006.** *Геодинамика, магматизм и металлогенез Востока России*: в 2 кн. Кн. 1. Владивосток: Дальнаука, 572 с.
11. Khanchuk A.I., Kemkin I.V., Kruk N.N. **2016.** The Sikhote-Alin orogenic belt, Russian South East: Terranes and the formation of continental lithosphere based on geological and isotopic data. *Journal of Asian Earth Sciences*, 120: 117–138. <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2015.10.023>
12. Харитонова Н.А., Вах Е.А., Челноков Г.А., Чудаев О.В., Александров И.А., Брагин И.В. **2016.** Геохимия редкоземельных элементов в подземных водах Сихотэ-Алинской складчатой области (Дальний Восток России). *Тихоокеанская геология*, 35(2): 68–82.
13. Челноков Г.А., Лаврушин В.Ю., Брагин И.В., Харитонова Н.А., Бушкарева К.Ю., Павлов А.А., Челнокова Б.И. **2023.** Радон в минеральных водах Сихотэ-Алиня (Приморский край). *Тихоокеанская геология*, 42(3): 101–115.
14. Dansgaard W. **1964.** Stable isotopes in precipitation. *Journal Earth Sciences Tellus*, 16(4): 436–468. <https://doi.org/10.1111/j.2153-3490.1964.tb00181.x>
15. Craig H. **1961.** Isotopic variations in meteoric waters. *Science*, 133(3465): 1702–1703. <http://dx.doi.org/10.1126/science.133.3465.1702>
16. Харитонова Н.А., Челноков Г.А., Брагин И.В., Вах Е.А. **2012.** Изотопный состав природных вод юга Дальнего Востока России. *Тихоокеанская геология*, 31(2): 75–86.
17. Kurita N., Yoshida N., Inoue G., Chayanova E.A. **2004.** Modern isotope climatology of Russia: A first assessment. *Journal of Geophysical Research*, 109. <https://dx.doi.org/10.1029/2003JD003404>