

Гидрогеохимические критерии поиска и разработки углеводородных месторождений: обзор, анализ и перспективы использования на острове Сахалин

Ольга Александровна Никитенко <https://orcid.org/0000-0002-0177-2147>, nikitenko.olga@list.ru

Валерий Валерьевич Ершов <https://orcid.org/0000-0003-2289-6103>, valery_ershov@mail.ru

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

Резюме [PDF RUS](#)

Abstract [PDF ENG](#)

Полный текст [PDF RUS](#)

Резюме. В работе обсуждаются направления гидрогеохимических исследований, используемых для решения актуальных задач нефтегазовой отрасли, таких как оценка перспектив нефтегазоносности территорий, локализация зон нефтегазонакопления, прогноз фазового состава углеводородных залежей, контроль разработки месторождений углеводородов и др. На основе литературных данных выполнен анализ и систематизация основных гидрогеохимических показателей подземных вод, имеющих нефтепоисковую значимость, а также применяемых уже на этапе разработки месторождений нефти и газа. Наибольшая эффективность применения гидрогеохимических исследований в нефтепромысловой практике достигается при комплексном использовании различных показателей. На примере исследований нефтегазоносности о. Сахалин показано, что гидрогеохимические сведения середины XX в., полученные устаревшими химико-аналитическими методами, не всегда можно считать достоверными. Для актуализации соответствующих гидрогеохимических данных в этом регионе требуются дополнительные исследования.

Ключевые слова

подземные воды, гидрогеохимические индикаторы, прогноз нефтегазоносности, разработка месторождений углеводородов, о. Сахалин

Для цитирования: Никитенко О.А., Ершов В.В. Гидрогеохимические критерии поиска и разработки углеводородных месторождений: обзор, анализ и перспективы использования на острове Сахалин. *Геосистемы переходных зон*, 2021, т. 5, № 4, с. 361–377. <https://doi.org/10.30730/gtr.2021.5.4.361-377>

For citation: Nikitenko O.A., Ershov V.V. Hydrogeochemical indicators for the exploration and development of hydrocarbon fields: review, analysis and prospects for use on Sakhalin Island. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2021, vol. 5, no. 4, pp. 361–377. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2021.5.4.361-377>

Список литературы

1. Балашова Е.Ю., Фарносова Е.Н. **2017.** Анализ состава и перспективы переработки попутных нефтяных вод и пластовых вод. *Успехи в химии и химической технологии*, 31(5): 76–78.
2. Барташевич О.В., Зорькин Л.М., Зубарев С.Л., Карус Е.В., Лопатин Н.В., Могилевский Г.А., Петухов А.В., Стадник Е.В., Старобинец И.С., Строганов В.А., Ягодкин В.В. **1980.** *Геохимические методы поисков нефтяных и газовых месторождений*. М.: Недра, 300 с.
3. Боровиков И.С. **2008.** Состояние фонда месторождений нефти и газа территорий Дальневосточного региона. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*, 3: 1–10.
4. Вассоевич Н.Б. **1986.** *Избранные труды. Геохимия органического вещества и происхождение нефти*. М.: Наука, 368 с.
5. Григель Н.М. **1959.** *Характеристика и происхождение пластовых вод нефтеносных районов Северного Сахалина*: прил. к отчету о НИР «Результаты химического анализа вод нефтеносных районов Северного Сахалина». Оха: Сах. отд-ние ВНИГРИ, т. 2, 77 с. Инв. № 1369ф (Фонды ИМГиГ ДВО РАН).
6. Жарков Р.В., Козлов Д.Н., Ершов В.В., Сырбу Н.С., Никитенко О.А., Устюгов Г.В. **2019.** Паромайские термальные источники острова Сахалин: современное состояние и перспективы использования. *Геосистемы переходных зон*, 3(4): 428–437. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2019.3.4.428-437>
7. Зорькин Л.М. **2008.** Генезис газов подземной гидросферы (в связи с разработкой методов поиска и залежей углеводородов). *Геоинформатика*, 1: 45–53.
8. Зытнер Ю.И., Чибисова В.С. **2013.** Гидрогеологические критерии прогноза нефтегазоносности северных районов Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*, 8(3): 1–19. https://doi.org/10.17353/2070-5379/35_2013
9. Карцев А.А. **1989.** *Воды нефтяных и газовых месторождений СССР*. М.: Недра, 382 с.
10. Карцев А.А., Вагин С.Б., Шугрин В.П. **1992.** *Нефтегазовая геология*. М.: Недра, 208 с.

11. Киреева Т.А., Всеволожский В.А. **2013**. Инверсионные гидрокарбонатно-натриевые воды как показатель нефтегазоносности глубоких частей геологического разреза. *Глубинная нефть*, 1(2): 234–245.
12. Кошелев А.В., Ли Г.С., Катаева М.А. **2014**. Оперативный гидрохимический контроль за обводнением пластовыми водами объектов разработки Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения. *Вести газовой науки: науч.-техн. сб.*, 3(19): 106–115.
13. Красинцева В.В. **1968**. *Гидрогеохимия хлора и брома*. М.: Наука, 196 с.
14. Ларичев В.В., Попков В.И., Попков И.В. **2020**. Гидрохимический облик пластовых вод месторождения Оймаша. *Геология, география и глобальная энергия*, 2(77): 51–59.
15. Лехов А.В., Киреева Т.А. **2019**. Кольматация пород-коллекторов при эксплуатации нефтяных месторождений в результате катионного обмена. *Вестник Московского университета. Серия 4, Геология*, 6: 59–67.
16. Муляк В.В., Порошин В.Д., Гаттенбергер Ю.П., Абукова Л.А., Леухина О.И. **2007**. *Гидрохимические методы анализа и контроля разработки нефтяных и газовых месторождений*. М.: ГЕОС, 245 с.
17. Новиков Д.А. **2017**. Гидрогеологические предпосылки нефтегазоносности западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба. *Геодинамика и тектонофизика*, 8(4): 881–901.
<https://doi.org/10.5800/GT-2017-8-4-0322>
18. Новиков Д.А., Черных А.В., Дульцев Ф.Ф. **2019**. Содержание редкоземельных элементов в подземных водах верхнеюрских отложений Верх-Тарского нефтяного месторождения (Западная Сибирь). *Интерэкспо ГЕО-Сибирь*, 2(1): 141–148. <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2019-2-1-141-148>
19. Порошин В.Д., Муляк В.В. **2004**. *Методы обработки и интерпретации гидрогеохимических данных при контроле разработки нефтяных месторождений*. М.: Недра, 220 с.
20. Путилина В.С., Галицкая И.В., Юганова Т.И. **2019**. Шлейф нефтяных метаболитов в подземных водах: формирование, эволюция, токсичность. *Геозкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология*, 1: 38–45. <https://doi.org/10.31857/s0869-78092019138-45>
21. Серебренникова О.В. **2008**. *Геохимические методы при поиске и разведке месторождений нефти и газа*. Ханты-Мансийск: РИЦ ЮГУ, 172 с.
22. Смирнова Т.С. **2012**. Микрокомпоненты пластовых вод как показатель оценки нефтегазоносности локальных структур Каспийского моря. *Геология, география и глобальная энергия*, 2(45): 212–221.
23. Тиссо Б., Вельте Д. **1981**. *Образование и распространение нефти и газа*. М.: Мир, 501 с.
24. Ханин А.А. **1969**. *Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение*. М.: Недра, 368 с.
25. Харахинов В.В., Астафьев Д.А., Калита М.А., Корчагин О.А., Игнатова В.А., Наумова Л.А. **2015**. Возможности открытия новых месторождений углеводородов на шельфах Сахалина и Западной Камчатки. *Вести газовой науки: науч.-техн. сб.*, 2(22): 21–35.
26. Цитенко Н.Д., Евстафьева В.И. **1959**. *Характеристика и происхождение пластовых вод нефтеносных районов Северного Сахалина*: отчет о НИР. Оха: Сах. отд-ние ВНИГРИ, т. 1, 309 с. Инв. № 1369ф (Фонды ИМГиГ ДВО РАН).
27. Чухмачев В.А., Виноградова Т.Л. **2003**. Геохимические показатели фациально-генетических типов исходного органического вещества. *Геохимия*, 5: 554–560.
28. Akinlua A., Smith R.M. **2010**. Subcritical water extraction of trace metals from petroleum source rock. *Talanta*, 81(4–5): 1346–1349. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.02.029>
29. Akstinat M. **2019**. Chemical and physicochemical properties of formation waters of the oil and gas industry. *J. of Hydrology*, 578: 124011, 14 p. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124011>
30. Boschetti T., Toscani L., Shouakar-Stash O., Iacumin P., Venturelli G., Mucchino C., Frappe S.K. **2011**. Salt Waters of the Northern Apennine Foredeep Basin (Italy): Origin and Evolution. *Aquatic Geochemistry*, 17: 71–108. <https://doi.org/10.1007/s10498-010-9107-y>
31. Boschetti T., Angulo B., Cabrera F., Vasquez J., Montero R.L. **2016**. Hydrogeochemical characterization of oilfield waters from southeast Maracaibo Basin (Venezuela): Diagenetic effects on chemical and isotopic composition. *Marine and Petroleum Geology*, 73: 228–248. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2016.02.020>
32. Bowles M.W., Samarkin V.A., Bowles K.M., Joye S.B. **2011**. Weak coupling between sulfate reduction and the anaerobic oxidation of methane in methane-rich seafloor sediments during ex situ incubation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75(2): 500–519. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2010.09.043>
33. Chen K.-F., Kao C.-M., Chen C.-W., Surampalli R.Y., Lee M.-S. **2010**. Control of petroleum-hydrocarbon contaminated groundwater by intrinsic and enhanced bioremediation. *J. of Environmental Sciences*, 22(6): 864–871.
34. Chongxi L., Xueming W. **1991**. Near surface hydrogeochemical exploration for oil and gas in China. *J. of Southeast Asian Earth Sciences*, 5(1–4): 313–316. [https://doi.org/10.1016/0743-9547\(91\)90041-U](https://doi.org/10.1016/0743-9547(91)90041-U)
35. Engle M.A., Doolan C.A., Pitman J.A., Varonka M.S., Chenault J., Orem W.H., McMahon P.B., Jubb A.M. **2020**. Origin and geochemistry of formation waters from the lower Eagle Ford Group, Gulf Coast Basin, south central Texas. *Chemical Geology*, 550: 119754, 12 p. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2020.119754>
36. Grasby S.E., Chen Z., Dewing K. **2012**. Formation water geochemistry of the Sverdrup Basin: Implications for hydrocarbon development in the High Arctic. *Applied Geochemistry*, 27(8): 1623–1632. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeochem.2012.04.001>
37. Guo Y., Wen Z., Zhang C., Jakada H. **2020**. Contamination and natural attenuation characteristics of petroleum hydrocarbons in a fractured karst aquifer, North China. *Environmental Science and Pollution Research*, 27: 22780–22794. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08723-2>
38. Hoffmann A.A., Borrok D.M. **2020**. The geochemistry of produced waters from the Tuscaloosa Marine Shale, USA. *Applied Geochemistry*, 116: 104568, 10 p. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2020.104568>
39. Marić N., Štrbački J., Mrazovac Kurilić S., Bešković V.P., Nikić Z., Ignjatović S., Malbašić J. **2019**. Hydrochemistry of groundwater contaminated by petroleum hydrocarbons: the impact of biodegradation (Vitanovac, Serbia). *Environmental Geochemistry and Health*, 42: 1921–193. <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00462-9>
40. Martos-Villa R., Mata M.P., Williams L.B., Nieto F., Rey X.A., Sainz-Diaz C.I. **2020**. Evidence of hydrocarbon-rich fluid interaction with clays: Clay mineralogy and boron isotope data from Gulf of Cadiz Mud Volcano sediments. *Minerals*, 10(8): 1–25. <https://doi.org/10.3390/min10080651>

41. McMahon P.B., Kulongoski J.T., Vengosh A., Cozzarelli I.M., Landon M.K., Kharaka Y.K., Gillespie J.M., Davis T.A. **2018**. Regional patterns in the geochemistry of oil-field water, southern San Joaquin Valley, California, USA. *Applied Geochemistry*, 98: 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2018.09.015>
42. Köster M.H., Williams L.B., Kudejova P., Gilg H.A. **2019**. The boron isotope geochemistry of smectites from sodium, magnesium and calcium bentonite deposits. *Chemical Geology*, 510(2): 166–187. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2018.12.035>
43. Nye C.W., Quillinan S., Neupane G., McLing T. **2017**. Aqueous rare earth element patterns and concentration in thermal brines associated with oil and gas production. In: *Forty Second Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, 13–15 February 2017, Stanford, California, USA*. New York: Curran Assoc., Inc., 11 p.
44. Özdemir A. **2018**. Iodine-rich waters of Turkey and oil & gas potential of the onshore. *J. of Sustainable Engineering Applications and Technological Developments*, 1(2): 103–150.
45. Rachinsky M.Z., Kerimov V.Y. **2015**. *Fluid dynamics of oil and gas reservoirs*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons; Salem, Massachusetts: Scrivener Publ. LLC, 613 p. <https://doi.org/10.1002/9781118999004>
46. Serres-Piole C., Preud'homme H., Moradi-Tehrani N., Allanic C., Jullia H., Lobinski R. **2012**. Water tracers in oilfield applications: Guidelines. *J. of Petroleum Science and Engineering*, 98–99: 22–39. <https://doi:10.1016/j.petrol.2012.08.009>
47. Sun Z., Xie X. **2014**. Nationwide oil and gas geochemical exploration program in China. *J. of Geochemical Exploration*, 139: 201–206. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2013.09.004>
48. Williams L.B., Hervig R.L., Holloway J.R., Hutcheon I. **2001a**. Boron isotope geochemistry during diagenesis. Pt I. Experimental determination of fractionation during illitization of smectite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 65(11): 1769–1782. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(01\)00557-9](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(01)00557-9)
49. Williams L.B., Hervig R.L., Wieser M.E., Hutcheon I. **2001b**. The influence of organic matter on the boron isotope geochemistry of the gulf coast sedimentary basin, USA. *Chemical Geology*, 174(4): 445–461. [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(00\)00289-8](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(00)00289-8)
50. Winniford W., Dunkle M.N. **2020**. Tracers for oil and gas reservoirs. In: *Analytical Techniques in the Oil and Gas Industry for Environmental Monitoring*. New York: John Wiley & Sons. 329–345.
51. Worden R.H. **1996**. Controls on halogen concentrations in sedimentary formation waters. *Mineralogical Magazine*, 60(399): 259–274. <https://doi.org/10.1180/minmag.1996.060.399.02>
52. Yu H., Wang Z., Rezaee R., Zhang Y., Nwider L.N., Liu X., Verrall M., Stefan I. **2020**. Formation water geochemistry for carbonate reservoirs in Ordos basin, China: Implications for hydrocarbon preservation by machine learning. *J. of Petroleum Science and Engineering*, 185: 106673. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106673>