

УДК 556.3

Стратегия освоения гидроминерального сырья Оренбургской области

Д. А. Новиков^а, Ф. Ф. Дульцев^а, А. В. Плюснин^б^а Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН
630090, Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, д. 3^б ПИНШ Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти»

423462, Республика Татарстан, Альметьевск, ул. Советская, 186А.

E-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

(Статья поступила в редакцию 19.10.2025 г.)

Установлено, что в пределах нефтегазоносных отложений Оренбургской области развиты подземные воды с величиной общей минерализации от 2 до 458 г/дм³. По химическому составу доминируют Cl Na, Cl Na-Ca, Cl Ca-Na, Cl Ca и Cl Ca-Mg воды. В регионе развит прямой тип вертикальной гидрогеохимической зональности в верхнем гидрогеологическом этаже, включая кунгурскую толщу. Ниже наблюдается закономерное снижение величины общей минерализации рассолов до 343 г/дм³ и менее в башкирских отложениях (C2b), а также до 300 г/дм³ и меньше в живетских (D2žv). Воды с промышленными кондициями Br, I, B₂O₃, Li, Rb, Sr имеют широкое развитие в стратиграфическом диапазоне от перми до девона.

Ключевые слова: *промышленные воды, гидрогеохимия, зональность, гидроминеральное сырье, Оренбургская область, Волго-Уральская нефтегазоносная провинция.*

DOI: 10.17072/psu.geol.25.2.127

Введение

Актуальная задача настоящего времени для России – расширение границ использования минеральных ресурсов как путем повышения полноты и комплексности их извлечения из недр, так и за счет освоения нетрадиционных видов полезных ископаемых. Современные технологии позволяют извлекать из подземных вод и рассолов серу, соду, медь, цинк, некоторые урановые соли, значительную часть лития, борной кислоты и глауберовой соли, иногда извлекаются магний, вольфрам, уран, радий. В ряде стран (США, Японии, Италии, ФРГ и др.) достигнуты определенные успехи в использовании гидроминерального сырья, добыче редких элементов и минеральных солей. Пока удерживают первое место в мире по производству из гидроминерального сырья: США – лития (около 16 тыс. т/год карбоната), брома (до 190 тыс. т/год), оксида магния (до 750 тыс. т/год), поваренной соли (около

16 000 тыс. т/год); Япония – йода (до 7,5 тыс. т/год); Италия – боратов (около 35 тыс. т/год) и т.д. (Новиков и др., 2024). В настоящее время в России проводятся исследования по оценке ресурсной базы гидроминерального сырья основных нефтегазоносных провинций. Вопросы распределения промышленных компонентов в подземных водах осадочных бассейнов Сибири на данный момент представлены в научной литературе наиболее полно (Кругликов и др., 1985; Вожов, 1987; Ставицкий и др., 2004; Шварцев, Новиков, 2004; Букаты, 2009; Novikov, 2017; Алексеева, Алексеев, 2018; Сидкина, 2018; Каширцев и др., 2019; Новиков и др., 2020; Новиков, Борисов, 2021; Новиков и др., 2021; Новиков и др., 2022; Новиков и др., 2024; Новиков и др., 2025). В этой связи обобщение имеющихся гидрогеохимических данных по другим регионам России входит в перечень самых актуальных задач современности.

© Новиков Д. А., Дульцев Ф. Ф., Плюснин А. В., 2026



Работа лицензирована в соответствии с CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, посетите <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Материалы и методы

Степень изученности подземных вод в пределах исследуемой части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции неоднородна по основным стратиграфическим подразделениям перми, каменноугольной системы и девона. Наибольшее количество опробований водоносных горизонтов связано с территориями, на которых открыты месторождения нефти и газа, а также с площадями, перспективными для поиска скопленных углеводородов. В основном это южные и центральные районы Восточно-Оренбургского валообразного поднятия, территория Соль-Илецкого выступа, Бузулукской впадины, Зайкинско-Росташкинской и Малокинельской зоны поднятий, Южно-Татарского свода и Павловской седловины. Общая база данных гидрогеохимической

информации представлена 6090 записями. Была выполнена необходимая разбраковка фактических данных, в первую очередь проанализирована электронейтральность проб, что позволило исключить из выборки 1211 некачественных проб с фильтратом бурового раствора и примесью других технологических жидкостей. После исключения некачественных проб геохимическая выборка представлена сведениями о 4879 пробах. Изученные в гидрогеохимическом плане объекты сосредоточены в отложениях девятнадцати ярусов перми, каменноугольной системы и девона. Наибольшим количеством проб охарактеризованы отложения визейского (1240 проб) и турнейского (1172) ярусов каменноугольной, а также франского (513) и фаменского (489) ярусов девонской систем (рис. 1а).

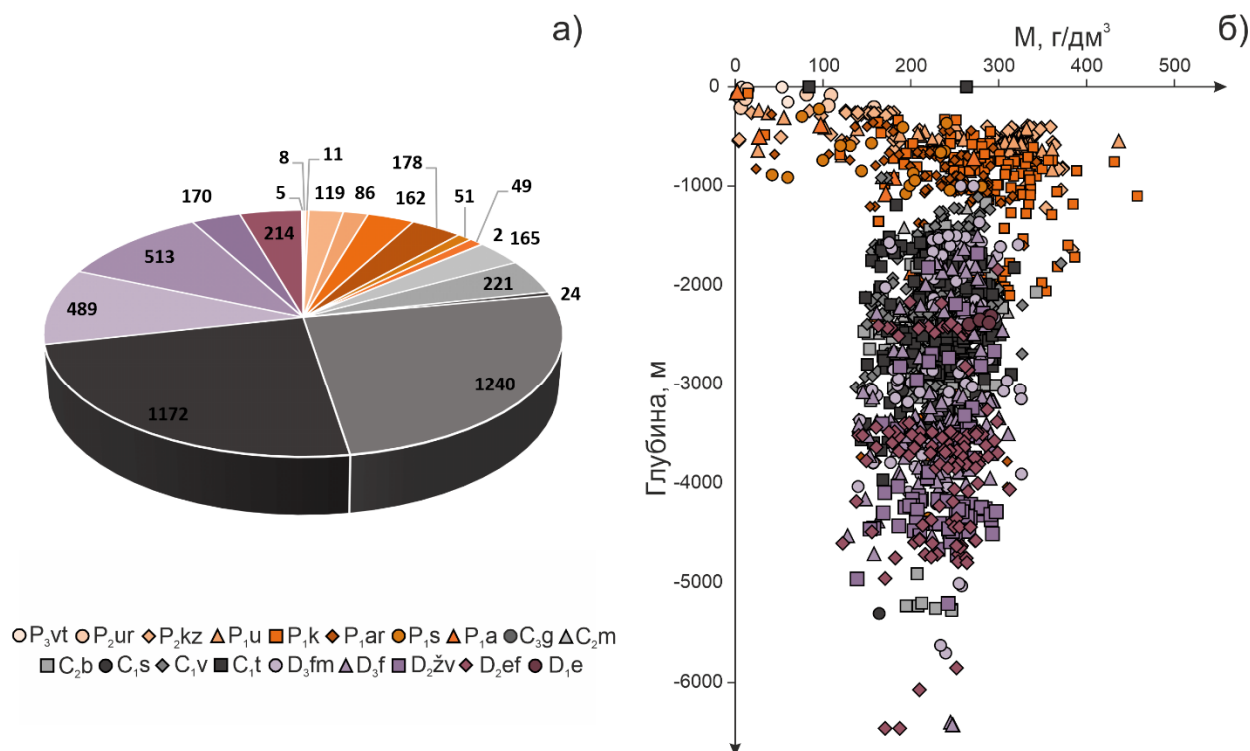


Рис. 1. Численная характеристика фактического материала (а) и тип вертикальной гидрогеохимической зональности пермских, каменноугольных и девонских отложений Оренбургской области (б)

При решении конкретных задач для количественной характеристики гидрогеохимических показателей в рамках данного исследования используются понятия «фон» и «аномалия». Под гидрогеохимическим фоном понимается средняя из наиболее часто встречающихся концентраций того или иного компонента подземных вод. Под гидро-

геохимической аномалией понимается концентрация, значительно превышающая фоновую и имеющую ореольный характер. Гидрогеохимический фон и аномалии также зависят от масштабов прогноза и делятся на региональные, зональные, локальные. В нашем случае при оценке регионального гидрогеохимического фона концентрации

основных солеобразующих и микрокомпонентов в растворе использовались геохимические выборки подземных вод для каждого яруса перми, каменноугольной системы и девона.

Гидрогеохимическим полем в нашем случае следует называть такую разновидность геологических полей, где в качестве признаков рассматриваются показатели макро- и микрокомпонентного состава подземных вод исследуемого объекта. Эти показатели и являются исходными количественными оценками признаков гидрогеохимического поля. Под воздействием гидрогеохимических процессов происходит вертикальное и латеральное перераспределение перечисленных выше показателей, приводящее к их рассеянию или концентрации в исследуемом объекте.

Результаты и обсуждение

Гидрогеологическое строение изучаемого региона весьма сложное и характеризуется протеканием процессов соляного тектогенеза. На тип вертикальной гидрогеохимической зональности любого нефтегазоносного бассейна оказывают влияние семь ключевых факторов: 1) возраст осадочного выполнения бассейна, определяющий стадию взаимодействия в системе вода – порода – газ – органическое вещество; 2) палеообстановки, характеризующие изначальный химизм сингенетических вод (захоранивающихся одновременно с осадком); 3) наличие эвапоритов, к которым приурочены рассолы разной степени катагенетических изменений; 4) процессы магматизма и сопряженная с ними гидротермальная деятельность, оказывающие влияние на осадочные породы и заключенные в них воды; 5) гидродинамический и геотермический режимы недр, контролирующие протекание элизионных процессов и геохимию поровых вод; 6) процессы преобразования органического вещества, нефтегазообразования, миграции, аккумуляции и деградации залежей УВ; 7) наличие в разрезе многолетнемерзлых пород (ММП) (Novikov, 2017; Новиков и др., 2024).

Региональным водоупором на основной площади изучаемого региона является водоупорный кунгурский (карбонатно-сульфатно-галогенный) горизонт. Именно присутствие этого горизонта в разрезе осадочного чехла определяет количество гидрогеологических этажей. Первый гидрогеологический этаж – зона свободного водообмена – включает гидрогеологические подразделения осадочного чехла от голоцена по кунгурский ярус перми включительно. Второй гидрогеологический этаж охватывает часть геологического разреза ниже кунгурских отложений и включает гидрогеологические подразделения отложений перми, карбона, девона, ордовика и кристаллического фундамента. В этой связи исследуемый регион закономерно характеризуется прямым типом вертикальной гидрогеохимической зональности в верхнем гидрогеологическом этаже и инверсионным практически по всему разрезу ниже кунгурской толщи (рис. 1б).

Согласно установленной вертикальной гидрогеохимической зональности, наиболее минерализованные подземные воды выявлены в интервале пермских водоносных горизонтов. Наиболее минерализованные подземные воды с величиной общей минерализации до $458,2 \text{ г/дм}^3$ получили локальное распространение в пределах кунгурского водоупорного горизонта. В пределах казанских отложений (P_2kz) рассолы с минерализацией более 300 г/дм^3 доминируют в Бузулукской впадине и сопредельных районах Восточно-Оренбургского свода и Соль-Илецкого погребенного выступа. В направлении к структурам Южно-Татарского свода происходит снижение общей минерализации рассолов до 100 г/дм^3 и менее. Область развития высокоминерализованных рассолов более 350 г/дм^3 в пределах центральных районов Бузулукской впадины требует подтверждения глубоким бурением. Ниже в гидрогеологическом разрезе наблюдается закономерное снижение величины общей минерализации рассолов до 343 г/дм^3 и менее в башкирских отложениях (C_2b), а также до 300 г/дм^3 и меньше в живетских ($D_2žv$) (рис. 2).

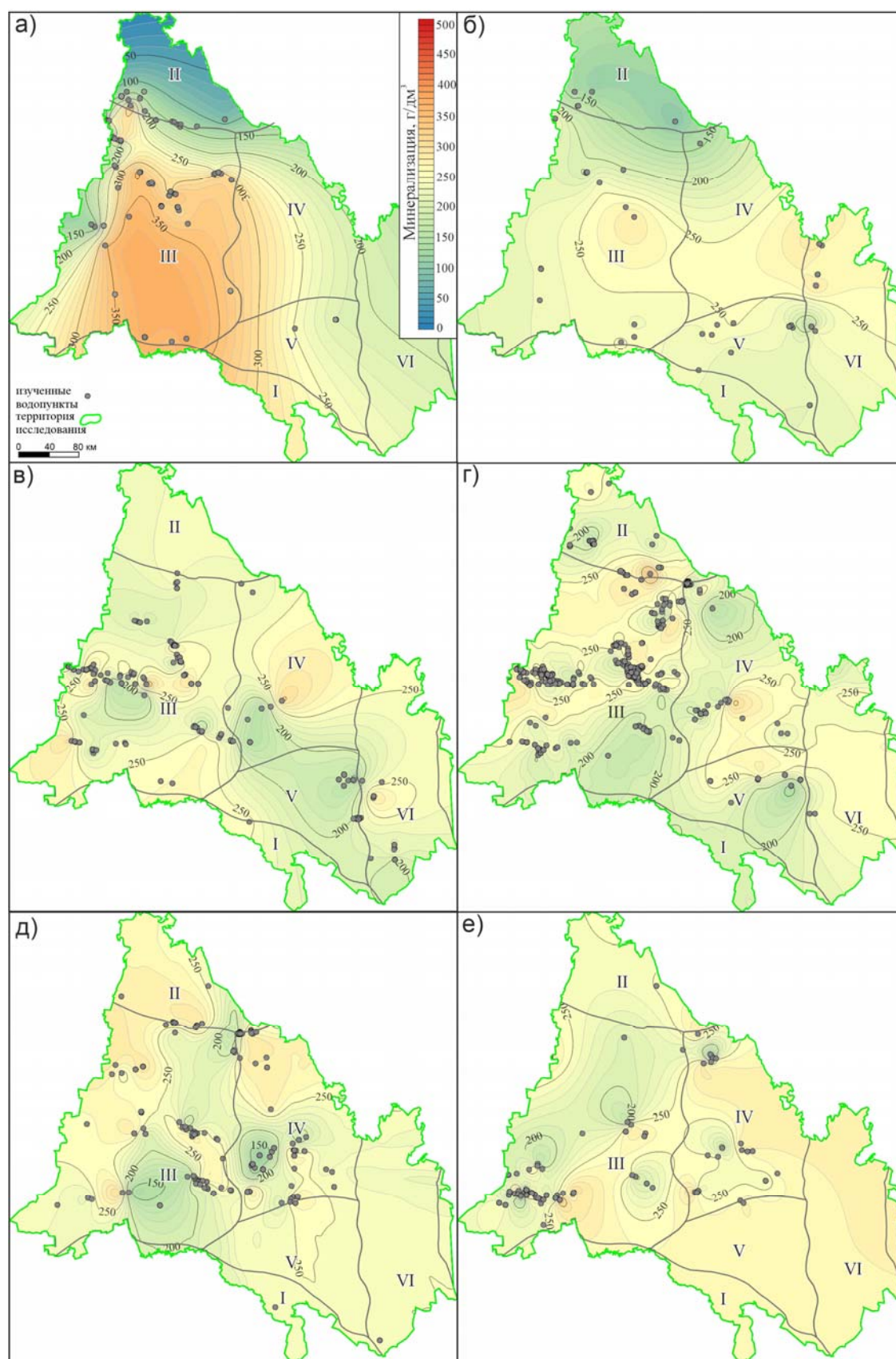


Рис. 2. Схематические карты общей минерализации подземных вод казанских (а), сакмарских (б), башкирских (в), визейских (г), франских (д) и живетских (е) отложений Оренбургской области. Основные тектонические элементы: I – Прикаспийская синеклиза; II – Южно-Татарский свод; III – Бузулукская впадина; IV – Восточно-Оренбургский свод; V – Соль-Илецкий погребенный выступ; VI – Салмышская впадина

Содержания промышленных компонентов (Br, I, B₂O₃, Li, Rb, Sr) в подземных рассолах с глубиной меняются по-разному. Бром распространен в рассолах всего рассматриваемого интервала. Его максимальные концентрации (до 4,0–4,8 г/дм³) фиксируются в водах казанских (P₂kz) и кунгурских (P₁k) отложений. Практически все рассолы гидрогеологического разреза можно отнести к промышленным по бром в соответствии со значениями минимальных промышленных концентраций (> 200 мг/дм³) (рис. 3). Йод также имеет широкое распространение в подземных рассолах. Большинство изученных объектов характеризуется его содержаниями ниже минимальных промышленных концентраций (> 10 мг/дм³). Промышленные по йоду рассолы развиты преимущественно в пределах пермских и девонских отложений. Литий в концентрациях более минимальных промышленных (> 10 мг/дм³) установлен преимущественно в пермских водоносных горизонтах (до 100 и 744 мг/дм³). Ниже по гидрогеохимическому разрезу наблюдается снижение его содержаний вплоть до живецких отложений (D₂žv). Рубидий характеризуется в целом низкими концентрациями

(менее минимальных промышленных) по всему гидрогеологическому разрезу. Отдельные объекты с повышенными концентрациями (> 3 мг/дм³) в рассолах установлены в горизонтах девонского возраста. Концентрации стронция ведут себя закономерно – увеличиваясь с глубиной по мере роста времени взаимодействия в системе вода-порода. Промышленные по стронцию рассолы (> 300 мг/дм³) развиты в пределах каменноугольных и девонских отложений. В пермских горизонтах распределение стронция практически не изучено. Соединения бора весьма широко распространены по всему гидрогеологическому разрезу в концентрациях много больше минимальных промышленных (> 322 мг/дм³). Максимальные содержания B₂O₃ установлены в рассолах перми (до 3,8 мг/дм³). В целом, уменьшение гидрофильности химических элементов можно иллюстрировать уменьшением геохимических перспектив их использования из подземных вод в виде следующего ряда анионогенных (Br > Cl > I > B > F > As, W, Mo, Ge) и катионогенных (Sr > Li > > Cs, Ca, Mg > K > Rb) элементов.

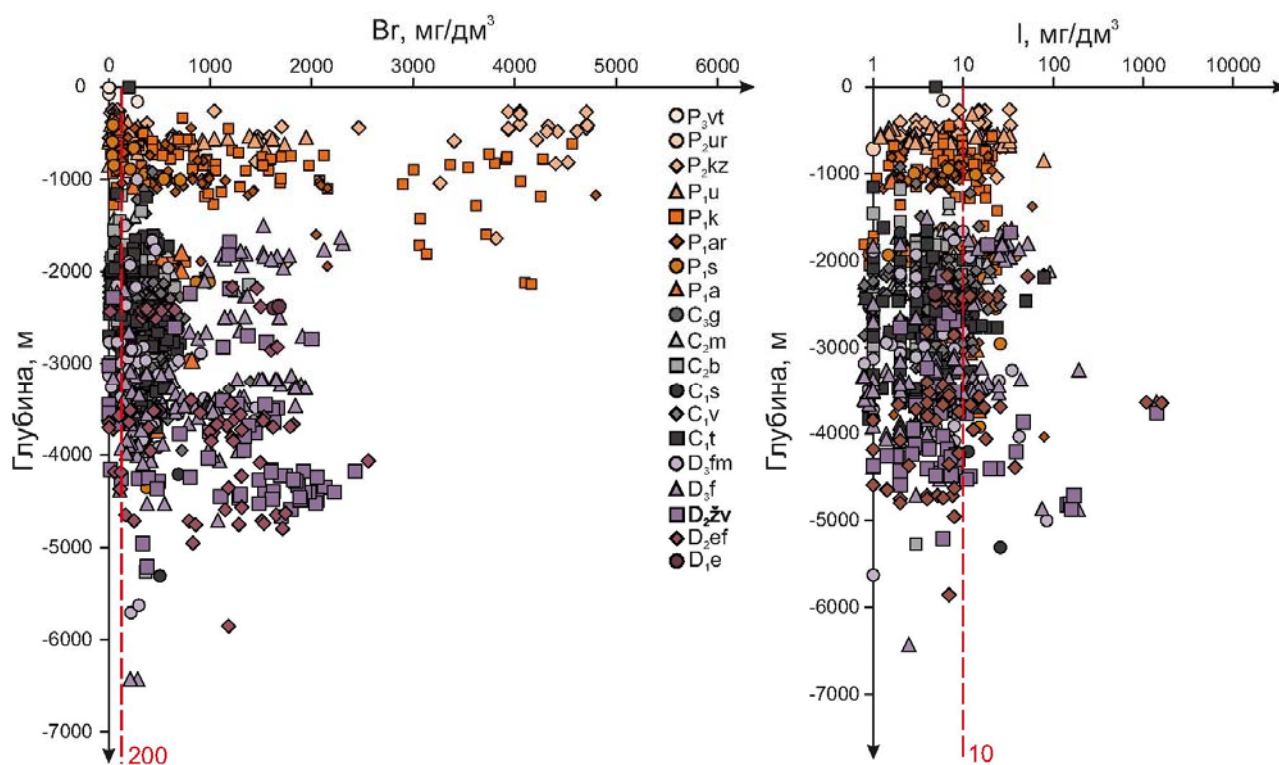


Рис. 3. Изменение с глубиной содержаний брома и йода в подземных водах пермских, каменноугольных и девонских отложений Оренбургской области

В свете современных представлений о формировании седиментационных рассолов считается, что образование в них высоких концентраций редких щелочных элементов является результатом геохимических взаимодействий первичных Cl-Na-Mg и Cl-Mg-Na рассолов с вмещающими породами, в результате чего происходит метаморфизация этих рассолов в Cl-Na-Ca и Cl-Ca-Na геохимические типы. В связи со значительной геохимической ролью вмещающих пород в формировании рассолов с высокими содержаниями редких щелочных элементов отмечено тяготение таких рассолов к металлогеническим провинциям, специализированным на редкие щелочные элементы (т.е. породы в этих провинциях обогащены этими элементами). В областях питания гидрогеологических структур, содержащих такие рассолы, часто имеются пегматитовые месторождения лития, рубидия, цезия. Все эти положения подтверждены экспериментальными исследованиями взаимодействий хлоридных рассолов с различными породами, в том числе и экспериментальными исследованиями при высоких температуре и давлении.

Заключение

В настоящее время в Российской Федерации крайне слабо развита нормативная база, регламентирующая добычу и постановку на Государственный баланс гидроминерального сырья. Одним из сдерживающих факторов по ее развитию является отсутствие на оцениваемых объектах длительных и дорогостоящих гидродинамических исследований, ведь высокие концентрации полезных элементов в подземных водах не являются решающим фактором, обеспечивающим их отнесение к промышленным. Такие концентрации могут лишь указывать на потенциальную возможность использования этих вод в качестве промышленных, непосредственно же подземные воды относят к промышленным по совокупности признаков, решающее значение среди которых имеют: эксплуатационные запасы подземных вод; технологические возможности как извлечения отдельных элементов из вод, так и их комплексное использование; условия эксплуатации водозаборов (глубина скважин и динамические

уровни подземных вод) и сброса отработанных вод; факторы технико-экономического и общеэкономического порядка (пути сообщения и пр.). В этой связи стратегия освоения гидроминерального сырья Оренбургской области должна включать не только поиски объектов с наличием промышленных вод, но и детальную оценку их ресурсной базы.

Исследования выполнены при финансовой поддержке проекта Министерства науки и высшего образования № FWZZ-2026-0047.

Библиографический список

- Новиков Д. А., Каширцев В. А., Дульцев Ф. Ф., Рыжкова С. В., Борисов Е. В., Вакуленко Л. Г., Ян П. А. Гидрогеохимия нефтегазоносных бассейнов Арктики в связи с оценкой перспектив освоения гидроминерального сырья // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2025. № 4а. С. 50–67. DOI: 10.20403/2078-0575-2025-4a-50-67 EDN: GHVKNF
- Новиков Д. А., Каширцев В. А., Борисов Е. В., Юрчик И. И., Черных А. В., Рыжкова С. В., Вакуленко Л. Г., Дульцев Ф. Ф., Ян П. А. Гидрогеохимические особенности нефтегазоносных бассейнов Арктики в связи с оценкой ресурсной базы гидроминерального сырья // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. 2024. Т. 2, № 1. С. 116–130. DOI: 10.33764/2618-981X-2024-2-1-116-130 EDN: CIIDPW
- Алексеева Л. П., Алексеев С. В. Геохимия подземных льдов, соленых вод и рассолов криоартезианских бассейнов северо-востока Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2018. Т. 59, № 2. С. 183–197. DOI: 10.15372/GiG20180204 EDN: YQNETI
- Букаты М. Б. Гидрогеологическое строение западной части Сибирской платформы (в связи с поисками, разведкой и разработкой месторождений нефти и газа) // Геология и геофизика. 2009. Т. 50, № 11. С. 1201–1217. EDN: KXRRYX
- Вожов В. И. Гидрогеологические условия месторождений нефти и газа Сибирской платформы. М.: Недра, 1987. 204 с.
- Каширцев В. А., Парфенова Т. М., Моисеев С. А., Черных А. В., Новиков Д. А., Бурштейн Л. М., Долженко К. В., Рогов В. И., Мельник Д. С., Зуева И. Н., Чалая О. Н. Прямые признаки нефтегазоносности и нефтематеринские отложения Суханского осадочного бассейна Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2019. Т. 60, № 10. С. 1472–1487. DOI: 10.15372/GiG2019119 EDN: DKCIYO

Кругликов Н. М., Нелюбин В. В., Яковлев О. Н. Гидрогеология Западно-Сибирского нефтегазового бассейна и особенности формирования залежей углеводородов. Л.: Недра, 1985. 279 с. EDN: HQOXZQ

Новиков Д. А., Борисов Е. В. Прогноз нефтегазоносности юрских резервуаров зоны сочленения Енисей-Хатангского и Западно-Сибирского бассейнов // Геология и геофизика. 2021. Т. 62, № 2. С. 216–237. DOI: 10.15372/GiG2020119 EDN: OIEDXC

Новиков Д. А., Гордеева А. О., Черных А. В., Дульцев Ф. Ф., Житова Л. М. Влияние траппового магматизма на геохимию рассолов нефтегазовых отложений западных районов Курейской синеклизы (Сибирская платформа) // Геология и геофизика. 2021. Т. 62, № 6. С. 861–881. DOI: 10.15372/GiG2020160 EDN: GYBOAS

Новиков Д. А., Дульцев Ф. Ф., Черных А. В., Хилько В. А., Юрчик И. И., Сухорукова А. Ф. Гидрогеохимия доюрских комплексов Западной Сибири // Геология и геофизика. 2020. Т. 61, № 11. С. 1561–1576. DOI: 10.15372/GiG2019145 EDN: DOGLIL

Новиков Д. А., Ильин А. В., Каширцев В. А., Черных А. В., Пыряев А. Н., Дульцев Ф. Ф., Максимова А. А., Зуева И. Н., Чалая О. Н. Геохимия

рассолов и нефтепроявлений кимберлитовой трубки Удачная (Сибирская платформа) // Геология и геофизика. 2022. Т. 63, № 2. С. 197–218. DOI: 10.15372/GiG2020205 EDN: FRXQJT

Сидкина Е. С. Геохимия подземных рассолов Тунгусского и Оленекского артезианских бассейнов (Сибирская платформа) // Литология и полезные ископаемые. 2018. Т. 53, № 1. С. 252–262. DOI: 10.7868/S0024497X18030059 EDN: URRTHO

Ставицкий Б. П., Курчиков А. Р., Конторович А. Э., Плавник А. Г. Гидрохимическая зональность юрских и меловых отложений Западно-Сибирского бассейна // Геология и геофизика. 2004. Т. 45, № 7. С. 826–832. EDN: ZNNMTF

Шварцев С. Л., Новиков Д. А. Природа вертикальной гидрогеохимической зональности нефтегазовых отложений (на примере Надым-Тазовского междуречья, Западная Сибирь) // Геология и геофизика. 2004. Т. 45, № 8. С. 1008–1020.

Novikov D. A. Hydrogeochemistry of the Arctic areas of Siberian petroleum basins // Petroleum Exploration and Development. 2017. Vol. 44, No. 5. P. 780–786. DOI: 10.1016/S1876-3804(17)30088-5 EDN: UYGDDD

The Strategy for Developing the Hydro-Mineral Resources in the Orenburg Region

D.A. Novikov^{a,b}, F.F. Dultsev^a, A.V. Plyusnin^b

^aTrofimuk Institute of Petroleum Geology and geophysics, 3 Koptug Ave., Novosibirsk 630090, Russia

^bAlmetyevsk State Technological University “Higher School of Oil”, Almetyevsk 423462, Russia
E-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

It has been established that within the oil and gas-bearing deposits of the Orenburg Region, underground waters with total mineralization ranging from 2 to 458 g/dm³ are developed. Chemically, these waters are dominated by Cl–Na, Cl–Na–Ca, Cl–Ca–Na, Cl–Ca, and Cl–Ca–Mg types. In the region, a direct type of vertical hydrogeochemical zonation is observed in the upper hydrogeological complex, including the Kungurian deposits. Below, there is a regular decrease in the total mineralization of brines down to 343 g/dm³ and lower in the Bashkirian deposits (C2b), and up to 300 g/dm³ and less in the D2 Zhivetsian strata (D2žv). Waters complying with industrial conditions for bromine (Br), iodine (I), boron oxide (B₂O₃), lithium (Li), rubidium (Rb), and strontium (Sr) are widely distributed across the stratigraphic range from the Permian to the Devonian.

Key words: Industrial waters; hydrogeochemistry; zonation; hydro-mineral resources; Orenburg region; Volga–Ural oil and gas province.

References

Novikov D.A., Kashirtsev V.A., Dultsev F.F., Ryzhkova S.V., Borisov E.V., Vakulenko L.G., Yan P.A. 2025. Gidrogeokhimiya neftegazonosnykh basseynov Arktiki v svyazi s otsenkoy perspektiv osvoeniya gidromineralnogo syrya [Hydrogeochem-

istry of Arctic petroleum basins in relation to assessment of hydromineral raw materials development prospects]. *Geologiya i mineralno-syryevye resursy Sibiri*. 4a:50–67. (in Russian)

Novikov D.A., Kashirtsev V.A., Borisov E.V., Yurchik I.I., Chernykh A.V., Ryzhkova S.V., Vakulenko L.G., Dultsev F.F., Yan P.A. 2024. Gidroge-

okhimicheskie osobennosti neftegazonosnykh basseynov Arktiki v svyazi s otsenkoy resursnoy bazy gidromineralnogo syrya [Hydrogeochemical features of Arctic petroleum basins in relation to assessment of hydromineral raw materials base]. *In: Interekspo GEO-Sibir. Vol.2. No.1. pp.116–130. (in Russian)*

Alekseeva L.P., Alekseev S.V. 2018. Geokhimiya podzemnykh ldov, solenyykh vod i rassolov krioartezianskikh basseynov severo-vostoka Sibirskoy platformy [Geochemistry of ground ice, saline waters and brines of cryoartesian basins of northeast of the Siberian Platform]. *Geologiya i geofizika. 59(2):183–197. (in Russian)*

Bukaty M.B. 2009. Gidrogeologicheskoe stroenie zapadnoy chasti Sibirskoy platformy (v svyazi s poiskami, razvedkoy i razrabotkoy mestorozhdeniy nefti i gaza) [Hydrogeological structure of the western part of the Siberian Platform (in relation to exploration and development of oil and gas fields)]. *Geologiya i geofizika. 50(11):1201–1217. (in Russian)*

Vozhov V.I. 1987. Gidrogeologicheskie usloviya mestorozhdeniy nefti i gaza Sibirskoy platformy [Hydrogeological conditions of oil and gas fields of the Siberian Platform]. Moskva, Nedra, p. 204. (in Russian)

Kashirtsev V.A., Parfenova T.M., Moiseev S.A., Chernykh A.V., Novikov D.A., Burshteyn L.M., Dolzhenko K.V., Rogov V.I., Melnik D.S., Zueva I.N., Chalaya O.N. 2019. Pryamyie priznaki neftegazonosnosti i neftematerinskie otlozheniya Sukhanskogo osadochnogo basseyna Sibirskoy platformy [Direct indicators of petroleum potential and source rocks of the Sukhana sedimentary basin, Siberian Platform]. *Geologiya i geofizika. 60(10):1472–1487. (in Russian)*

Kruglikov N.M., Nelyubin V.V., Yakovlev O.N. 1985. Gidrogeologiya Zapadno-Sibirskogo neftegazonosnogo basseyna i osobennosti formirovaniya zalezhey uglevodorodov [Hydrogeology of the West Siberian petroleum basin and features of hydrocarbon deposit formation]. Leningrad, Nedra, p.279. (in Russian)

Novikov D.A., Borisov E.V. 2021. Prognoz neftegazonosnosti yurskikh rezervuarov zony sochleneniya Yenisey-Khatangskogo i Zapadno-Sibirskogo basseynov [Prediction of petroleum potential of Jurassic reservoirs in the junction zone of the Yenisei-Khatanga and West Siberian basins]. *Geologiya i geofizika. 62(2):216–237. (in Russian)*

Novikov D.A., Gordeeva A.O., Chernykh A.V., Dul'tsev F.F., Zhitova L.M. 2021. Vliyanie trap-povogo magmatizma na geokhimiyu rassolov neftegazonosnykh otlozheniy zapadnykh rayonov Kureyskoy sineklizy (Sibirskaya platforma) [Effect of trap magmatism on the geochemistry of brines in petroleum-bearing deposits of the western parts of the Kura syncline (Siberian Platform)]. *Geologiya i geofizika. 62(6):861–881. (in Russian)*

Novikov D.A., Dultsev F.F., Chernykh A.V., Khilko V.A., Yurchik I.I., Sukhorukova A.F. 2020. Gidrogeokhimiya doyurskikh kompleksov Zapadnoy Sibiri [Hydrogeochemistry of Pre-Jurassic complexes of Western Siberia]. *Geologiya i geofizika. 61(11):1561–1576. (in Russian)*

Novikov D.A., Ilin A.V., Kashirtsev V.A., Chernykh A.V., Pyryaev A.N., Dultsev F.F., Maksimova A.A., Zueva I.N., Chalaya O.N. 2022. Geokhimiya rassolov i nefteproyavleniy kimberlitovoy trubki Udachnaya (Sibirskaya platforma) [Geochemistry of brines and oil shows of the Udachnaya kimberlite pipe (Siberian Platform)]. *Geologiya i geofizika. 63(2):197–218. (in Russian)*

Sidkina E.S. 2018. Geokhimiya podzemnykh rassolov Tungusskogo i Olenekskogo artezianskikh basseynov (Sibirskaya platforma) [Geochemistry of underground brines of the Tunguska and Olenek artesian basins (Siberian Platform)]. *Litologiya i poleznye iskopaemye. 53(1):252–262. (in Russian)*

Stavitskiy B.P., Kurchikov A.R., Kontorovich A.E., Plavnik A.G. 2004. Gidrokhimicheskaya zonalnost yurskikh i melovykh otlozheniy Zapadno-Sibirskogo basseyna [Hydrochemical zonation of Jurassic and Cretaceous deposits of the West Siberian Basin]. *Geologiya i geofizika. 45(7):826–832. (in Russian)*

Shvartsev S.L., Novikov D.A. 2004. Priroda vertikalnoy gidrogeokhimicheskoy zonalnosti neftegazonosnykh otlozheniy (na primere Nadym-Tazovskogo mezhdurechya, Zapadnaya Sibir) [Nature of vertical hydrogeochemical zonation of petroleum-bearing deposits (example of the Nadym-Taz interfluvium, Western Siberia)]. *Geologiya i geofizika. 45(8):1008–1020. (in Russian)*

Novikov D.A. 2017. Hydrogeochemistry of the Arctic areas of Siberian petroleum basins. *Petroleum Exploration and Development. 44(5):780–786.*