

Мязина Н.Г.

Оренбургский государственный университет

E-mail: miazinanatalia@rambler.ru

АНОМАЛЬНО-ВЫСОКИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЙОДА В РАССОЛАХ КАК КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ

Йод – биофильный, типичный элемент рассеяния. Концентрация йода (J) в подземных водах находится в пределах от долей единицы, 1 до 20 мг/л и реже 35–70 мг/дм³ и более. Йод – встречается во всех без исключения животных организмах. ОВ захороняется в бассейне и на глубинах, где температуры превышают 150–200 °С. высвобождается в результате термолиза РОВ, йод вместе с углеводородами поступает в поровое пространство горных пород, обогащая поровые растворы попадает в водоносные горизонты. В Прикаспийском мегабассейне западной и южной бортовой зоны были выявлены два района с высокими и аномально высокими концентрациями йода: 1) Восточно-Уметовский, Петровальской вне бортовой зоны Прикаспийской впадины на Приволжской моноклинали, и 2) Сарпинск-Карасальский во внутренней бортовой зоне Прикаспийской впадины. На Восточно-Уметовский при испытании получены высокие дебиты 500 м³/сут в скважине 2-ВУ на Восточно-Уметовской площади. При бурении на нефть и газ с глубины 4624–4873 м из старооскольских отложений терригенного девона (D₂st) были выведены и опробованы подземные воды. Они по химическому составу хлоридные натриевые опресненные (конденсатогенные) рассолы с минерализацией 80–105 г/дм³, с концентрацией J 145–193 мг/дм³. На Карасальской площади на севере Калмыкии скважинами №5, 6 выведены хлоридные натриево-кальциевые рассолы (тип IIIб по Е.В.Посохову, А. Сулину) с минерализацией 306–310 г/дм³, содержанием йода 50–80 мг/дм³. Выявлена приуроченность подземных вод с высокими и аномальными концентрациями йода к газовым и нефтегазовым месторождениям, это указывают на генетическую связь йодных вод с углеводородными органическими скоплениями (РОВ). Высокие и аномально высокие концентрации йода показатель нефтегазоносности. Водорастворенный йод можно использовать в качестве нефтепоискового критерия для надсолевого и подсолевого комплексов отложений.

Ключевые слова: йод, рассеянное органическое вещество (РОВ) Прикаспийский мегабассейн, химический состав и минерализация, хлоридные рассолы, конденсатогенные воды.

Йод – элемент VII группы периодической системы, порядковый номер 53, по выражению А.Е. Ферсмана – «типичный элемент рассеяния». В земной коре йода в 425 раз меньше, чем хлора, по данным А.Е. Ферсмана, достигает 1014 т в объеме верхнего 16-километрового слоя планеты. Общее содержание йода в земной коре (выше границы Мохоровичича), исходя из среднего содержания по А.П. Виноградову (4·10–5%), составляет 2·10¹⁵ т.

Йод – элемент достаточно редкий, однако, несмотря на весьма низкий кларк (4–10~5%), отличительной особенностью этого элемента является его «повсеместность. По В.И. Вернадскому, – элементы J, Br, Li, принадлежат к очень оригинальной и своеобразной группе 10 химических элементов, проникающих всю земную материю, находимых во всяком теле, где их ищут. Это так называемые элементы рассеяния» (Вернадский, 1960).

В геохимической классификации элементов В.М. Гольдшмидт (1938) выделил самостоятельную группу элементов-биофилов, т. е. элементов, обязательно содержащихся в животных и растительных организмах и без которых существование этих организмов невозможно.

В числе первых к группе элементов-биофилов был отнесен йод. «Йод – настоящий биогенный элемент, встречающийся во всех без исключения организмах», – по А.Е. Ферсману (1933). П. Виноградов помещает йод в группу «жизненно необходимых элементов» (1938).

Среднее количество йода в океанической и морской воде составляет 0,052 мг/л (Виноградов, 1967). В воде внутренних опресненных морей, а также в прибрежных областях океанов содержание йода, как правило, ниже, чем в водах открытого моря.

Промышленные йодные воды встречаются во многих нефтегазоносных бассейнах планеты Западно-Сибирском, Днепровско-Донецком, Прикаспийском и т. д. Подземные воды Прикаспийской впадины и ее западного и южного обрамления содержат полезные компоненты, представляющие интерес для промышленного использования: йод, бром, бор, стронций, литий, рубидий. По инструкции ГКЗ воды с концентрациями йода – 10 мг/л, брома – 200 мг/л, лития – 10 мг/л, рубидия – 3 мг/л, стронция – 300 мг/л относятся к категории потенциально полезного ископаемого. Подземные йодные воды изучались и обсуждалась длительное время

в трудах отечественных ученых (В.И. Вернадского, В.А. Сулина, А.П. Виноградова, Е.В. Посохова, В.Г. Попова, А.В. Кудельского и др.), но многие проблемы нахождения йода в рассолах не выяснены и служат предметом дискуссий.

Материалы и методы

Для изучения йода в подземных водах и хлоридных рассолах были использованы следующие методы: анализ фондовых и литературных источников, выполнены химические анализы.

Для определения химического состава подземных вод был проведен сокращенный химический анализ с определением йода, брома, ортоборной кислоты который производился в целях изучения глубоких водоносных горизонтов при бурении на нефть и газ при пластоиспытании и получения характеристики состава подземных рассолов.

Результаты обсуждения

Прикаспийский мегабассейн расположен на сочленении крупных тектонических элементов: Воронежской и Волго-Уральской антеклиз в пределах Восточно-Европейской платформы с докембрийским фундаментом, кряжа Карпинского с палеозойским основанием Скифо-Туранской эпигерцинской платформы и Устюртской глыбы и герценид Урала на востоке.

Иодоносность рассолов и подземных вод Прикаспийского мегабассейна и ее обрамления не высокая. Концентрация йода (J) в подземных водах находится в пределах от долей единицы, 1 до 20 мг/л и реже 35–70 мг/дм³ и более. Концентрации йода от 2–3 мг/дм³ и более отмечаются в подземных водах кайнозойских, мезозойских и палеозойских отложений. Минерализация этих вод может достигать 300–400 г/дм³, состав; их рассолов хлоридный натриево-кальциевый (кальциево-натриевый), магниевый. Содержание йода изменяется в очень широких пределах – от долей миллиграмма до 30–44 мг/дм³. Наибольшие из известных в настоящее время содержания йода в подземных водах и рассолах выявлены в районах Южно-Эмбенского поднятия (до 35 мг/дм³, средний карбон), Актюбинско-Биштамакской и Жилианской площадей (до 15–44 мг/дм³, нижняя пермь),

северного прогиба вала Карпинского (от 17–21 мг/дм³ в подземных водах нижнепермских и средне-верхнеюрских отложений до 17–30 мг/дм³ в нижнемеловых).

Под аномально высокими концентрациями понимается содержание йода в подземных водах от 100 мг/дм³. Определенную роль в поступлении йода в подземные воды играют процессы десорбции йода из глинистых минералов терригенных пород. Повышенные концентрации йода (до 20–25 мг/л) нередко встречаются в рассолах терригенных, глинистых верейских, каширских, визейских отложений карбона и карбонатного и терригенного девона. Тенденция к росту содержания йода наблюдаются в рассолах рифогенных построек и связана с особенностями палеотектонического развития.

Как показывают последние исследования, большая часть йода, растворенного в подземных водах, обязана своим происхождением деструктивному разрушению сложных йодсодержащих органических соединений рассеянного органического вещества (РОВ). Эмиграция йода из рассеянного в породах органического вещества в значительных масштабах осуществляется, как доказано экспериментальными исследованиями, на глубинах, где температуры превышают 150–200 °С. Высвобождающийся в результате термолитиза РОВ, йод поступает в поровое пространство горных пород, обогащая поровые растворы и попадает в гравитационно-подвижные воды циркулирующие по трещинам [1]. Обогащение подземных вод йодом – процесс повсеместный, протекающий в области прогибов, так и в разрезе положительных структур. При перепаде давлений гравитационно-подвижные обогащенные йодом воды мигрируют по зонам разломов в сводовые части приподнятых структур. Роль поровых растворов в диффузионном обмене йода на глубинах, где температура ниже 100–150 °С является более значительной. При мощности осадочного чехла 8–24 км область существования структурированных водных растворов ограничена глубинами 8–10 км. Ниже, в области надкритических температур > 374,2 °С и высоких давлений вода превращается в плотный полярный флюид, сочетающий свойства обычного газа и нормальной жидкости. Для флюида характерно, малое количество сохранившихся водородных связей, низкая вязкость

и незначительная в 5–6 раз меньше, чем у структурированной воды при 20 °С растворяющая способность. Поступающие в надкритические флюиды продукты термической деструкции рассеянного в породах органического вещества обогащают газожидкостные смеси углеводородами, углекислым газом, водородом, галогенами в том числе йодом, парами воды, металлами. Двигаются эти флюиды к крупным разломам – зонам с относительно пониженными давлениями, где в результате фазовой дифференциации, конденсации и растворения в вышелегающих структурированных водных растворах формируют состав йодных вод в бортовой внутренней зоне Прикаспийской синеклизы. Относительное содержание йода в воде зависит от структурно-геологических, гидрогеологических и физико-химических условий. Однако близость геохимических и термобарических условий формирования нефти и йода в результате разрушения рассеянного в породах органического вещества позволяет считать йод одним из важнейших показателей процессов нефтегазообразования.

В Волгоградской области и Калмыкии вдоль бортовой зоны за ее пределами были выявлены два района с аномально высокими концентрациями йода Восточно-Уметовский, Петровальской вне бортовой зоны Прикаспийской впадины на Приволжской моноклинали, и Сарпинск-Карасальский во внутренней бортовой зоне Прикаспийской впадине.

1. Район Восточно-Уметовский, Петровальской площадей занимает территорию Уметовско-Линевской впадины и Антиповско-Щербаковского выступа, которые выделяются по нижнему структурному этажу. Граница между Уметовско-Линевской впадиной и Антиповско-Щербаковским выступом проходит по так называемой восточной флекуре. Именно в этом районе на выше перечисленных площадях в водах терригенного девона выявлены аномально-высокие концентрации йода. Уметовско-Линевская впадина создает литологический барьер между проницаемыми системами Доно-Медведицкого вала и резервуарами Антиповско-Щербаковской зоны, в ней наблюдаются аномально-высокие пластовые давления (АВПД). Водоносные горизонты терригенного девона резко меняют свои кол-

литорские свойства на небольшом расстоянии. При испытании получены высокие дебиты 500 м³/сут в скважине 2-ВУ на Восточно-Уметовской площади. При бурении на нефть и газ с глубины 4624–4873 м из старооскольских отложений терригенного девона (D2st) были выведены и опробованы подземные воды. По химическому составу хлоридные натриевые опресненные рассолы с минерализацией 80–105 г/дм³, с концентрацией J 145–193 мг/дм³. В водах наблюдается повышенное содержание гидрокарбонатного иона, высокое содержание бензола до 1 мг/дм³, а в составе растворенного газа повышенное содержание двуокиси углерода (СО₂).

По отдельным нефтяным скважинам на севере Приволжской моноклинали выявлены максимальные концентрации йода. На Петровальской и Южно-Уметовской площадях, примыкающих к прибортовому уступу, скважинами 5-ПВ и 71-ЮУ из девонских отложений, залегающих на глубине 4600 м, получен приток маломинерализованных («чистых») конденсатогенных вод. Опресненные относительно пластовых рассолов хлоридные натриевые рассолы с минерализацией 80,5÷87,5 г/л и коэффициентами rNa/rCl=0.83÷0.88; Cl/Br=162÷165 отличаются очень высокими концентрациями йода 156,7÷171, 193 мг/л. Этот факт интерпретируется, как гидрогеохимическая инверсия и ассоциируется с углеводородными залежами в среднем и верхнем девоне и нижнем карбоне. Процессы образования углеводородов и дистилляции воды протекают на глубинах 4600–6000 м в девонско-вендских отложениях зоны сочленения геологических структур правобережья р. Волги и Прикаспийской синеклизы. В результате субвертикальной миграции флюидов по проницаемым разломам на глубинах 4600–6000 м происходит образование скоплений углеводородов и конденсатогенных вод.

2. Сарпинск-Карасальский район, иодоносность подземных вод этого района приурочена к нижнепермским отложениям нижнего кунгура внутренней зоны Прикаспийской впадины на глубинах от 3000–4100 м. На Лободинской и Демидовской площадях в скважинах 264, 101 с глубин 3790–3954 м из кунгурских отложений выведены хлоридные магниевые и магниевонатриевые рассолы типа IIIa с минерализаци-

Таблица 1. Химический состав хлоридных вод с высоким содержанием йода

| № пробы | Место взятия пробы; глубина, м | Водо- вмещающая порода | Минера- лизация мг/л | Ингредиенты, мг/л; %-экв | | |
|------------------------------|---|------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|----------------|
| | | | | Cl | SO42- | HCO3 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Уметовско-Камышинский район | | | | | | |
| 1 | Скв.85-Коробковская 3860-3869 | D2st | 118000 | 74195 2090 | 62 1.29 | 409 6.70 |
| 2 | Скв.49-Октябрьская, 3987-4080 | D3pt | 140000 | 74578 2100.8 | 144 3.0 | 244 4.0 |
| 3 | Скв.36-Камышинская, 4854-4868 | D3sr | 101000 | 62047 1747,8 | 297 6.19 | 445 7.30 |
| 4 | Скв. 6-Восточно-Уметовская 4817-4818 | D2st | 97000 | 59044 1663.2 | 86 1.79 | 598 9.80 |
| 5 | Скв. 2-Восточно-Уметовская 4799-4808 | D2st | 94000 | 56935 1603.8 | 96 2.0 | 775 12.70 |
| 6 | Скв. 71-Южно-Уметовская 4873 | D2st | 88000 | 53250 1500 | 197 4.10 | 439 7.20 |
| 7 | Скв. 5-Петровальская 4570-4850 | D2st | 80000 | 48280 1360 | 869 18.1 | 323 5.30 |
| 8 | Скв. 6-Восточно-Уметовская 4873 | D3sr | 107000 | 66665 1877.9 | 125 2.60 | 293 4.80 |
| 9 | Скв.4-Николаевская, 5000 | D3pt | 105000 | 64610 1820 | 43 0.89 | 232 3.80 |
| Сарпинско-Карасальский район | | | | | | |
| 10 | Скв. 101– Демидовская, 3954 | P1kg | 349552 | 217260 6120 | 5601,3 116,7 | 1860,5 30,5 |
| 11 | Скв. 264-Лободинская, 3792 | P1kg | 337000 | 222819 6276.6 | 1622 33.79 | 1842 30.20 |
| 12 | Скв. 264-Лободинская 4364 | P 1kg | 3825993,9 | 274060 7720 | 1078,95 22,48 | 1561,6 25,6 |
| 13 | Скв. 1-Восточно-Сарпинская, 3097 | P1 | 317000 | 196489 5534.9 | 283 5.89 | 378 6.20 |
| 14 | Скв. 5-Карасальская, 3773-3789 | P1 ar | 310000 | 188898 5321.1 | 926 19.29 | 110 1.80 |
| 15 | Скв. 6-Карасальская, 4012-4062 | P1 | 306000 | 188209 5301.7 | 461 9.60 | 134 2.20 |

Прикаспийской впадины и западного обрамления

| Ингредиенты, мг/л; %-экв | | | РН-Т° Уд.вес | J | Формула химического состава | Индекс воды по О.А. Алекину |
|------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺⁺ K ⁺ | | | | |
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Уметовско-Камышинский район | | | | | | |
| 18036 900 | 1711 140.7 | 24127 1077.09 | 4,6-135 1,078 | 47 | Cl100 (Na+K)66Ca23Mg11 | CaNa Cl III6 |
| 12024 600 | 1094 54.59 | 52610 2348.66 | <4-110° 1,08 | 42 | Cl100 (Na+K)63Ca29Mg8 | CaNa Cl III6 |
| 10621 529.99 | 480 39.47 | 27400 1223.21 | 5,6-115 1,073 | 76 | Cl100 (Na+K)66Ca25Mg9 | CaNa Cl III6 |
| 6413 320.0 | 486 39.97 | 30249 1350.4 | 5,6-120 1,071 | 145 | Cl100 (Na+K)65Ca27Mg8 | CaNa Cl III6 |
| 5812 290.0 | 486 39.97 | 29635 1322.99 | 7,6-120 1,061 | 154 | Cl100 (Na+K)66Ca26Mg8 | CaNa Cl III6 |
| 4409 220.0 | 365 30.02 | 29009 1295.04 | 6,7-121 1,06 | 160 | Cl100 (Na+K)67Ca20Mg13 | CaNa Cl III6 |
| 3006 150 | 365 30.02 | 27678 1235.62 | 6,7-120 1,054 | 171 | Cl100 (Na+K)68Ca24Mg8 | CaNa Cl III6 |
| 11823 589.97 | 1216 100 | 27525 1228.79 | 8.1-112 1,08 | 193 | Cl72HCO317 SO411 (Na+K)99Ca1 | Cl Na I |
| 6012 300 | 486 39.97 | 34147 1524.42 | 7,7-120 1,075 | 85 | Cl97SO43 (Na+K)41Mg36 Ca23 | CaMg Na Cl III6 |
| Сарпинско-Карасальский район | | | | | | |
| 1603,2 80 | 21401,6 1760 | 101825,4 4427,2 | 5,8-90 1,237 | 35 | Cl98 SO42 (Na+K)71 Mg28 Ca1 | Mg Na Cl III6 |
| 2605 129.99 | 40493 3330.0 | 68253 3047.0 | 5.0-85 1,233 | 37 | Cl56HCO338 SO46 (Na+K)56Ca30Mg14 | CaNa CCl III6 |
| 2404,8 120,0 | 81228,8 6680 | 22265,8 968,1 | 4,9-24 1,273 | 25,76 | Cl100 Mg86 (Na+K)12 Ca2 | Mg Cl III6 |
| 25451 1270 | 4621 380.01 | 89627 4001.2 | <4 1.217 | 169 | Cl100 (Na+K)62 Ca31Mg7 | CaNa Cl III6 |
| 8216 409.98 | 1459 119.98 | 110680 4941.07 | 4.8 1,205 | 80 | Cl99SO41 (Na+K)75Mg7 Ca18 | Na Cl III6 |
| 13427 670.0 | 3770 310.03 | 99670 4449.55 | 4.9 1.208 | 50 | Cl99SO41 Mg75Ca21(Na+K)4 | CaNa Cl III6 |

ей 349–383 г/дм³ и выявлены высокие концентрации иода 35–37 мг/дм³. Рапопроявление наблюдалось и сопровождалось выделением сероводорода. Рассол Cl-Mg типа обеднен бромом, что значительно меньше, чем в типичной хлормагнезиевой рапе (751–1182 мг/дм³). Далее к югу на Восточно-Сарпинской площади в скважине № 2 аномально-высокие концентрации J выявлены в хлоридных кальциево-натриевых рассолах. Концентрация йода в рассолах составляет 169 мг/дм³ и является одним из самых высоких показателей в рассолах Прикаспийской впадины. В рапе отмечено содержание бензола в количестве 0,4 мг/дм³. Высокие концентрации иода зафиксированы на территории Каракульско-Смушковой надвиговой зоны дислокаций в подсолевых нижнепермских отложениях на Карасальской площади на севере Калмыкии скважинами №5, 6 выведены хлоридные натриево-кальциевые рассолы (тип ШБ по Е.В. Посохову, А. Сулину) с минерализацией 306–310 г/дм³, содержанием йода 50–80 мг/дм³. Высокое содержание иода в подземных водах выявлено в водах пониженной минерализации 27–110 г/дм³ и в крепких рассолах (280–380) г/дм³. Условия образования и химический состав иодных вод второго района существенно отличается от Уметовско-Камышинского района. Следует отметить, что высокие концентрации йода более 50 мг/дм³ в рассолах приурочены к водам где концентрация Са выше концентрации Mg.

Особенности палеотектоники двух районов различные, в первом районе это зона сочленения по флекуре древнего Антиповско-Щербаковского выступа с внутриформационной девонской Уметовско-Линевской палеовпадиной. Во втором варианте район расположен во внутренней части Прикаспийской впадине и приурочен к зоне сочленения впадины со складчатой зоной вала Карпинского. Вероятно высокая концентрация йода связана с поступлением флюидов по разломам глубиной 10 км и более из верхней коры.

Попутные воды всех нефтяных, газовых, нефтегазовых месторождений представляют большую практическую ценность. Рассолы можно использовать как поликомпонентное, бальнеологическое и гидроминеральное сырье [5], [6], [7], [8]. [9], [10].

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

По палеотектоническим особенностям выявлены два различных района.

Первый район относится к зоне сочленения по флекуре древнего Антиповско-Щербаковского выступа с внутриформационной девонской Уметовско-Линевской палеовпадиной занимает территорию Уметовско-Линевской впадины и Антиповско-Щербаковского выступа. При бурении на нефть и газ с глубины 4624–4873 м из старооскольских отложений терригенного девона (D2st) были выведены и опробованы подземные воды. По химическому составу выявлены весьма слабые хлоридные натриевые опресненные рассолы с минерализацией 80–105 г/дм³, с концентрацией J 145–193 мг/дм³. В водах наблюдается повышенное содержание гидрокарбонатного иона, высокое содержание бензола до 1 мг/дм³, а в составе растворенного газа повышенное содержание двуокиси углерода (CO₂). Следует отметить, что высокие концентрации йода более 50 мг/дм³ в рассолах приурочены к водам где концентрация Са выше концентрации Mg.

Второй район расположен во внутренней части Прикаспийской впадине и приурочен к Карасальской моноклинали зоне сочленения впадины со складчатой зоной вала Карпинского. Вероятно высокая концентрация йода связана с поступлением флюидов по разломам глубиной 10 км и более из верхней коры.

Йодоносность подземных вод этого района приурочена к нижнепермским отложениям нижнего кунгура внутренней зоны Прикаспийской впадины на глубинах от 3000–4100 м. На Лободинской и Демидовской площадях в скважинах 264, 101 с глубин 3790–3954 м из кунгурских отложений выведены весьма крепкие хлоридные магниевые и магниевонариевые рассолы типа ША с минерализацией 349–383 г/дм³ и выявлены высокие концентрации иода 35–37 мг/дм³.

3. Выявлена приуроченность подземных вод с высокими концентрациями йода к газовым и нефтегазовым месторождениям Астраханское ГКМ (J – 25 мг/дм³), Карачаганакское (J – 15–50 мг/дм³), Лободинское, группа Южно-Эмбенского поднятия) указывают на генетическую связь йодных вод с углеводородными орга-

ническими скоплениями. Высокие и аномально высокие концентрации йода являются показателем нефтегазоносности. Водорастворенный

йод можно использовать в качестве нефтеепоискового критерия на углеводороды в подсолевых гидрогеологических комплексах.

5.03.2015

Список литературы:

1. Кудельский А.В. Гидрогеология, гидрогеохимия йода. Минск: Наука и техника. – 1976. 216 с.
2. Кудельский А.В., Козлов М.В. Геохимия, формирование и распространение йодо-бромных вод. Минск: Наука и техника. – 1970. 144 с.
3. Посохов Е.В. Общая гидрогеохимия. Л: Недра. – 1975. 208 с.
4. Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Минеральные лечебные воды Башкортостана. Уфа: Гилем, 1999. 298 с.
5. Мязина Н.Г. Закономерности формирования и распространения минеральных вод в гидрогеологических структурах Волгоградской области [монография]; – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2008. -212 с.
6. Мязина Н.Г. Гидрогеохимические особенности рассолов Прикаспийской синеклизы. // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: материалы Всероссийской конференции с участием иностранных ученых. Под ред. Шварцева С.Л. Томск Изд-во НТЛ, 2012, 496с. С463-466.
7. Мязина Н.Г. Гидрогеохимические особенности рассолов надсолевого комплекса Прикаспийской синеклизы // Геология, география и глобальная энергия. Астрахань. 2013. №4 (51), С. 96-100
8. Мязина Н.Г., Пономарева П.А. Перспектива использования рассолов для извлечения йода на ОНГКМ // Вестник ОГУ. Оренбург. 2013. № 9 (155). С. 111-114.
9. Мязина Н.Г. Влияние тектогенеза и галогенеза на геохимические особенности рассолов Прикаспийской синеклизы (Северо-Каспийский артезианский бассейн) // Вестник ОГУ. Оренбург. 2014. № 1 (155). С. 136-145.
10. Мязина Н.Г. Внутри и межсолевые рассолы кунгурских отложений Прикаспийской синеклизы // Геология, география и глобальная энергия. Астрахань. 2014. № 2, С. 57-65

Сведения об авторе:

Мязина Наталья Григорьевна, доцент кафедры геологии, геолого-географического факультета
Оренбургского государственного университета, кандидат геолого-минералогических наук

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 3207, тел. (3532) 372543, e-mail: miazinanatalia@rambler.ru