

УДК 556.3: 626.81+637.67

Экологическое значение качества источников родниковых вод хозяйственно-питьевого назначения для человека на примере районов Оренбургской области

Н.Г. Мязина, Е.Б. Савилова

ФГБОУВО «Оренбургский государственный университет»

460018. Оренбург, пр. Победы 13, кафедра геологии, геодезии и кадастра.

E-mail: miazinanatalia@rambler.ru

(Статья поступила в редакцию 26 мая 2023 г.)

Новизна приведенных в статье результатов исследования пресных родниковых вод на примере единичных родников Оренбургской области очень актуальна. Достигнута цель, изучены гидрогеологические условия и гидрогеохимические характеристики дренируемых подземных вод на примере эрозионных родников. При использовании разных классификаций выявлены воды первого и второго типов с минерализацией от 0,2–0,4 г/дм³ – гидрокарбонатные, реже – сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, кальциево-магниевые (С, SC^{Mg Ca.CaMg}). Исследованы источники пресных вод в родниках, дренированных из терригенно-карбонатных водоносных горизонтов в отложениях верхнекаменноугольного, татарского, сантонского ярусов с минерализацией 0,22–0,411 г/дм³. Вода обладает малой жесткостью от 3,8–5,69 мг-экв/л, при карбонатной жесткости 3,6–5,0 мг-экв/л пригодна для питья. Выявлены типы воды в родниках, по О.А. Алекину I, IIa, IIб: по катионам магниевые-кальциевые (Mg Ca), кальциево-магниевые (Ca Mg) воды. Содержание магния колеблется от 18 до 48 мг/л. Содержание макрокомпонентов играет важную роль в качественной составляющей продолжительности жизни человека. В результате исследования составлены рекомендации по использованию подземных родниковых вод в качестве пресных питьевых вод хорошего качества. Эти знания важны для использования качественных питьевых вод без последствия для здоровья людей и экологии человека как биологического типа.

Ключевые слова: *родник, пресные воды, ионно-солевой состав, минерализация.*

DOI: 10.17072/psu.geol.22.3.288

Введение

Район исследования родников с пресной водой располагается в зоне сочленения Волго-Уральской антеклизы с Камско-Вятским, Сыртовским АБ, с Предуральским Предгорным АБ, с герцинидами складчатого Урала, на юге переходит в Прикаспийскую впадину. Гидрогеология на основной части региона обусловлена геологическим строением и выходом на дневную поверхность карбонатно-терригенных верхнепермских отложений и приуроченных к ним водоносных горизонтов (например, Абдулинский, Саракташский и др. районы по Оренбургской области). Пресная родниковая вода под термином «живая вода» была обозначена в славянских документах начала второго тысячелетия нашей

эры, а к середине II тысячелетия этот термин вышел из употребления.

Современная просветительская деятельность заключается в предоставлении властями населению информации о ионно-солевом составе родниковых вод на специальных стендах по результатам и интерпретации специалистами гидрогеологами.

Материалы и методы

Аналитические данные получены в результате полевого опробования эрозионных родников и выполнения химических анализов в лаборатории г. Оренбурга. Выполнено гидрохимическое исследование и проведен научный анализ по результатам ионно-солевого состава вод. Родники дренируются в основном из верхнепермских водоносных горизонтов.

Водоносный татарский комплекс в рассматриваемом регионе имеет повсеместное распространение. Выходы его на дневную поверхность прослеживаются выше параллели, или севернее Оренбурга. Производительность водоносного комплекса непостоянная и находится в тесной взаимосвязи с литологией, степенью трещиноватости и положением водопункта в рельефе. Наибольшей водообильностью отличаются скважины, приуроченные к долинам рек бассейна Самара. Здесь дебиты скважин меняются от 2,0 до 8,1 л/с при понижениях уровня воды на 4,0–24,3 м. В литологическом отношении комплекс представлен переслаиванием глин, алевролитов, песчаников и известняков, реже встречаются маломощные прослои известняков. Мощность водоносных пород в составе комплекса изменяется в пределах 10–61 м, чаще всего составляя 10–26 и 40–57 м.

Анализируя результаты химических анализов по водозаборным скважинам, можно сделать выводы, что химический состав подземных вод татарских отложений гидрокарбонатный, сульфатно-гидрокарбонатный, смешанный с преобладанием гидрокарбонатов, реже хлоридно-гидрокарбонатный. Среди катионов преобладает магний или натрий. Вода пресная, с величиной сухого остатка 480–730 мг/дм³. По жесткости воды комплекса умеренно-жесткие и жесткие. Вода в скважинах соответствует природному составу татарских отложений зоны активного водообмена.

Экспериментальная часть

В табл. 1 представлен ионно-солевой состав источников природных вод на примере единичных родников Камско-Вятского, Сыртовского, Предуральского Предгорного артбассейнов (ГОСТ., 2002; Myazina, Savilova, 2022; Мязина, Шевцова, 2015; Мязина, Гусь, 2021; Мязина, Савилова, 2019). По данным химического состава проведен гидрогеохимический анализ пресных вод на примере родниковых вод в районах с гумид-

ным климатом (Абдулинский, Саракташский, Илекский и др. районы).

1. Родник (392) расположен в Абдулинском районе на территории Камско-Вятского АБ, вода в роднике пресная, с минерализацией 296 мг/л, гидрокарбонатного кальциево-натриевого состава.

В табл. 2 представлены характеристики генетических коэффициентов по Пальмеру и Сулину вод родника (392), выведенных из татарских отложений верхней перми.

По классификации Сулина, данная вода относится к сульфатно-натриевому типу вод, т.к. одновременно выполняются следующие неравенства: $\frac{rNa}{rCl} > 1$, $\frac{rCl-rNa}{rMg} < 1$.

Запишем формулу Курлова для данного типа воды:

$$M\ 0,296 \frac{HCO_3\ 94SO_4\ 4Cl2}{Mg68Ca25Na7} \text{ рН } 8.7.$$

Определили характеристику и тип воды по Пальмеру и коэффициенты Сулина для нашего типа воды: $d < a$, $0,3 < 0,4$.

Неравенство указывает на принадлежность данного типа воды к I классу (по Пальмеру). Класс I $d < a$, тогда вода характеризуется присутствием S_1 , A_1 , A_2 ; $S_2=0$, это мягкие щелочные воды. По генетическим коэффициентам Сулина определили, что вода относится к гидрокарбонатно-натриевому типу.

Тип воды, по классификациям О.А. Алекина I – содовый магниальный. По известным данным охарактеризовали воду: вода пресная, гидрокарбонатная кальциево-магниева, мягкая по жесткости. Такая вода подходит для питья.

Родник (389), Абдулинский район, Оренбургская область, А.о 250 м., (P_{2t}), принадлежит территории Камско-Вятского АБ. Характеристика воды по Пальмеру $S_1=11,8$; $S_2=36$; $A_2=153,6$ и коэффициентам Сулина $rNa/rCl=1.74$; $rNa-rCl/rSO_4=0.06$; $rCl-rNa/rMg=0.12$; $rSO_4/rCl=13.06$; $rCa/rMg=3.5$

Таблица 1. Ионно-солевой состав родников

№№ по порядку	Название источников воды	Минерализация, мг / дм ³	Катионы и анионы, мг/дм ³ / мг* экв/ дм ³					
			НСО ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺
1	Родник (392) в верховье р. Корнеев на 3 от с. Тирис-Усманово, Абдулинский район, Оренбургская область, А.о 240 м. P2t	296,7	274,5 4,5	9,80 0,2	3,50 0,1	30,7 1,5	48,4 4	8,70 0,4
2	Родник (389) в верховье р. Каменный ключ на 3 от с. Тирис-Усманово, Абдулинский район, Оренбургская область, А.о 250 м. P2t	410,8	3,4 0,096	44,4 0,92	262, 3 4,3	73,7 3,68	21,1 1,73	5,9 0,257
3	Родник (798) в верховье ручья, впадающего в Самаркинский ручей, Абдулинский район Оренбургской области биармийского возраста пермской системы P2t	380	256,2 4,2	26,3 0,5	3,40 0,09	40,9 2	23,5 1,9	29,9 1,3
4	Родник (360), Абдулинский район, ю-нее с. Степановка в междуречье р. Кармалы и его правого притока – ручья Оренбургской области, А.о 230 м. P2t	386,7	286,7 4,7	16,4 0,34	5,2 0,15	39,4 1,97	37 2,14	1,24 23,56
5	Родник в 2,6 км на С от с. Султанбаево, р. Каратъелга, Саракташский район, Оренбургская область, А.о 230 м. P1s-ag- C ₃	349	305 5	72,4 2 1,51	2,0 0,06	82,96 4,15	18,8 5 1,54	20,51 0,89
6	Родник Чебендинский в 2,3 км к ЮВ от с. Чибенда, Соль-Илецкий район, Оренбургская область, А.о 190 м. Водовмещающие породы мергели K ₂ st.	223,6	219,6 3,6	11,5 0,24	3,6 0,10	73,7 3,69	1,3 0,11	3,4 0,15

Таблица 1. Окончание

№№ по пор.	Название источников воды	рН уд. вес	Общ. жесткость мг-экв/дм ³	Карбонатная жесткость мг-экв/л / дм ³	Формула химического состава	Вода по О.А. Алекину
1	Родник (392) в верховье р. Корнеев на 3 от с. Тирис-Усманово, Абдулинский район, Оренбургская область, А.о 240 м. Р ₂ t	<u>8,7</u> 0,08 4	5,5	4,5	$\frac{\text{HCO}_3}{94} \frac{\text{SO}_4}{4} \frac{\text{Cl}_2}{12}$ Mg68 Ca25(Na+K)7	Ca Mg С I Пресная питьевая вода
2	Родник (389) в верховье р. Каменный ключ на 3 от с. Тирис-Усманово, Абдулинский район, Оренбургская область, А.о 250 м. Р ₂ t	<u>8,1</u> 1,0	5,14	4,3	$\frac{\text{HCO}_3}{78} \frac{\text{SO}_4}{17} \frac{\text{Cl}_2}{12}$ Ca65 Mg31 (Na+K)4	Ca Mg С IIб Пресная питьевая вода
3	Родник (798) в верховье ручья, впадающий в Самаркинский ручей, Абдулинский район, Оренбургской области Р ₂ t	<u>8,1</u> 1,0	3,9	4,2	$\frac{\text{HCO}_3}{88} \frac{\text{SO}_4}{10} \frac{\text{Cl}_2}{12}$ Ca39 Mg36 (Na+K)25	Mg Ca С I Пресная питьевая вода
4	Родник (360), Абдулинский район, южнее с. Степановка, в междуречье р. Кармалы и его правого притока ручья Оренбургской области Р ₂ t	<u>8,1</u> 1,0	4,11	4,7	$\frac{\text{HCO}_3}{90} \frac{\text{SO}_4}{7} \frac{\text{Cl}_3}{13}$ Mg40 Ca37 (Na+K)23	Na Ca Mg С I Пресная питьевая вода
5	Родник в 2,6 км на С от с. Султанбаево, Саракташский район, Оренбургская область, А.о 230 м. Водовмещающие породы алевролиты СЗ.	<u>7,2</u> 1,0	5,69	5	$\frac{\text{HCO}_3}{76} \frac{\text{SO}_4}{23} \frac{\text{Cl}_1}{11}$ Ca63 Mg24 (Na+K)13	Mg Ca СC IIа Пресная питьевая вода
6	Родник Чебендинский в 2,3 км к ЮВ от с. Чибенда, Соль-Илецкий район, Оренбургская область, А.о 190 м. Водовмещающие породы мергели К ₂ st.	<u>7,6</u> 1,0	3,8	3,6	$\frac{\text{HCO}_3}{92} \frac{\text{SO}_4}{6} \frac{\text{Cl}_2}{12}$ Ca93 (Na+K)4 Mg3	Ca С IIб Пресная питьевая вода

Таблица 2. Характеристика генетических коэффициентов вод родника, по Пальмеру и Сулину (392)

Характеристика по Пальмеру				Коэффициенты Сулина				
S ₁	S ₂	A ₁	A ₂	$\frac{r(K+Na)}{rCl}$	$\frac{rNa-rCl}{rSO_4}$	$\frac{rCl-rNa}{rMg}$	$\frac{rSO_4}{rCl}$	$\frac{rCa}{rMg}$
15	0	15	206	2,5	-	0,1	2,8	0,63

По классификации Сулина, данная вода относится к сульфатно-натриевому типу вод, т.к. одновременно выполняются следующие неравенства: $rNa/rCl > 1 > 1.74$ $rCl-rNa/rMg = 0.12 < 1$.

По полученным значениям анализа записали формулу Курлова для нашего типа воды.

$$M\ 0,41 \frac{HCO_3\ 78SO_4\ 17Cl_2}{Ca\ 65Mg\ 31Na_4} \text{ рН } 8,1$$

Солевой состав следующий (%): Ca(HCO₃)₂ – 65, Mg(HCO₃)₂ – 13, MgSO₄ – 18, Na₂SO₄ – 2, NaCl – 2. Вода относится к подтипу IIa (магнезиальная) сульфатно-натриевого типа (по О.А. Алекину).

Определили характеристику Пальмера и коэффициенты Сулина для нашего типа воды. По классификации определили, что данный образец является водой сульфатно-натриевого типа (по Сулину) и относится к III классу (по Пальмеру). Место отбора проб приурочено к вмещающим песчаникам татарского возраста (P_{2t}).

По приведенным данным охарактеризовали воду как гидрокарбонатную магниевую-кальциевую умеренной жесткости, пресную, щелочную. Такая вода подходит для питья.

3. Исследуем химический состав воды родника № 798, выведенной из татарского водоносного горизонта (P_{2t}) Абдулинского района Камско-Вятского АБ. По полученным данным химического состава записали формулу Курлова для воды

$$M\ 0,38 \frac{HCO_3\ 88SO_4\ 10Cl_2}{Ca\ 39Mg\ 36Na\ 25} \text{ рН } 8,1.$$

Солевой состав воды следующий (%): Ca(HCO₃)₂ – 39, Mg(HCO₃)₂ – 36, NaHCO₃ – 13, Na₂SO₄ – 10, NaCl – 2. По классификации О.А. Алекина I – типа содовый.

Согласно формуле Курлова, вода пресная, гидрокарбонатная натриево-магниевая

кальциевая с минерализацией 380 мг/л, вода обладает малой жесткостью – 3,9 мг/эquiv, пригодна для питья.

Характеристика воды по Пальмеру S₁=26,2; S₂=0; A₂=38,3 и коэффициентам Сулина $rNa/rCl=14.4$; $rNa-rCl/rSO_4=1,88$; $rCl-rNa/rMg=-0.63$; $rSO_4/rCl=5.5$; $rCa/rMg=1.05$

Исходя из вышеприведенных расчетов, вода родника № 798 из татарских биармийских отложений пермской системы по характеристике Пальмера относится к I классу при выполнении неравенства $d < a$, $0,6 < 1,2$, а по характеристике Сулина – к сульфатно-натриевому типу, т.к. одновременно выполняются следующие неравенства: $\frac{rNa}{rCl} > 14,4 > 1$, $\frac{rNa-rCl}{rSO_4} > 1,02 > 1$.

4. Исследуем химический состав воды родника № 360, выведенной из татарского водоносного горизонта (P_{2t}) Абдулинского района Камско-Вятского АБ.

По полученным данным химического состава записали формулу Курлова для воды

$$M\ 0,387 \frac{HCO_3\ 90SO_4\ 7Cl_3}{Mg\ 40Ca\ 37Na\ 23} \text{ рН } 8,1.$$

Солевой состав воды следующий (%): Ca(HCO₃)₂ – 37, Mg(HCO₃)₂ – 40, NaHCO₃ – 13, Na₂SO₄ – 7, NaCl – 3. По классификации О.А. Алекина I – типа содовый.

Состав воды по классификации О.А. Алекина – гидрокарбонатная натриево-кальциево-магниевая, пресная, средней жесткости.

Вода обладает хорошими органолептическими свойствами приятная на вкус. Вода пресная, обладает умеренной жесткостью – 4,11 мг-эquiv/л, щелочной средой, пригодна для питья.

Характеристика воды родника по Пальмеру S₁=23,56; S₂=0; A₁=47,12; A₂=156,18 и коэффициентам Сулина $rNa/rCl=5.48$; $rNa-$

$rCl/rSO_4=1,42$; $rCl-rNa/rMg=0$; $rSO_4/rCl=3.15$; $rCa/rMg=1.5$

Определили характеристики Пальмера, вода принадлежит к I классу $d < a$, **$0,49 < 1,24$** .

По классификации Сулина данная вода относится к сульфатно-натриевому типу вод, т.к. одновременно выполняются следующие неравенства: $\frac{rNa}{rCl} > 1$, $\frac{rCl-rNa}{rMg} < 1$.

5. Восходящий родник Султанбаевский расположен в верховьях левого борта оврага на абсолютной отметки 230 м. Тип родника восходящий. Площадь родникового урочища составляет 0,4 км². Дебит родника высокий: $q=15$ л/сек, или 1296 м³/сут. Источник восходящий, не каптирован, истекает из алевролитов верхнекаменноугольного возраста. В административном отношении источник расположен в Саракташском районе на территории Предуральского ПАБа.

Вода Султанбаевского родника смешанного состава сульфатно-гидрокарбонатная магниевая-кальциевая с минерализацией 349 мг/л.

$$M\ 0,349 \frac{HCO_3\ 76SO_4\ 23Cl}{Ca\ 63Mg\ 24Na\ 13} \text{ рН } 7.2.$$

Солевой состав следующий (%): $Ca(HCO_3)_2 - 63$, $Mg(HCO_3)_2 - 13$, $Mg\ SO_4 - 11$, $Na_2\ SO_4 - 12$, $NaCl - 1$. Тип воды по классификации О.А. Алекина Па – магниевый. Генезис инфильтрационный. Вода относится к подтипу Па (магнезиальная), менее минерализованная, образовалась при взаимодействии карбонатных пород верхнекаменноугольного возраста с водой. Вода пресная, обладает умеренной жесткостью – 5,69 мг/эquiv, щелочной средой, пригодна для питья. Водообильность высокая. Можно рекомендовать эту воду для производства розлива, при выполнении всех необходимых работ.

6. Чебендинский родник расположен в 2,3 км к ЮВ от с. Чибенда в Соль-Илецком районе на территории Сыртовского АБ. Вода Чебендинского родника по составу: гидрокарбонатная кальциевая, пресная, холодная, нейтральная, умеренно жесткая. Минерализация составляет 226 мг/л. Солевой состав следующий (%): $Ca(HCO_3)_2 - 92$, $CaSO_4 - 1$,

$MgSO_4 - 3$, $Na_2SO_4 - 2$, $NaCl - 2$. Тип воды по классификации Алекина Пб – гипсовый. Генезис инфильтрационный.

$$M\ 0,223 \frac{HCO_3\ 92SO_4\ 6Cl_2}{Ca\ 93Na\ 4Mg\ 3} \text{ рН } 7.6.$$

Вода обладает хорошими органолептическими свойствами, приятная на вкус. Вода пресная, обладает умеренной жесткостью – 3,8 мг-эquiv/л, щелочной средой, пригодна для питья.

Выводы

1. На исследуемой территории выявлены пресные воды с минерализацией 223–411 мг/л, хорошего качества, хозяйственно-питьевого назначения. Встречаются в родниках Абдулинского, Саракташского, Соль-Илецкого районов. Определили характеристики Пальмера и коэффициенты Сулина для нашего типа воды.

2. Выявили источники пресных вод в родниках из терригенно-карбонатных водоносных горизонтов верхнекаменноугольного, верхнепермского, основного татарского, сантонского ярусов с минерализацией 0,22–0,411 г/дм³. Воды источников обладают умеренной жесткостью – от 3,8–5,69 мг-эquiv/л, при карбонатной жесткости – 3,6–5,0 мг-эquiv/л, пригодны для питья. Вода обладает хорошими органолептическими свойствами, приятная на вкус.

Выявлены типы воды в родниках по О.А. Алекину I, Па, Пб: по катионам магниевая-кальциевые (Mg Ca), кальциевая-магниевые (Ca Mg) воды. Содержание магния колеблется от 18 до 48 мг/л. Содержание макрокомпонентов играет важную роль в качественной составляющей продолжительности жизни человека.

Каждый значимый родник достоин быть оборудованным и иметь плакат-паспорт с данными химического состава и целями применения, а также с популярными объяснениями как положительных, так и отрицательных сторон использования воды из данного источника.

Библиографический список

- 1 ГОСТ Р 51232-98, «Вода питьевая». М.: Стандартинформ, 2002.
- 2 Myazina N.G. Underground waters of salt-dome basins: a case study of the Caspian depression and its northern surroundings (Volga-Ural Anticline and Pre-ural foredeep) / Myazina N.G. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 817 (2021) 012071 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/817/1/012071
- 3 Myazina N.G., Savilova E.B. Hydrogeochemical characteristics of fresh waters in the springs of salt dome territories of the Cis-Urals region / N.G. Myazina, E.B. Savilova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1010 1010 (2022) 012007 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1010/1/012007
- 4 Мязина Н.Г., Шевцова Е.В. Гидрогеологические и геохимические особенности Южно-Уральского водозабора / Н.Г. Мязина, Е.В. Шевцова // Вопросы естествознания, Иркутск. 2015. № 3 (7). С. 122-125.
- 5 Мязина Н.Г., Гусь А.А. Геохимия родников с пресной водой в степях Евразии на примере Оренбургской области // Степи Северной Евразии: Материалы IX Междунар. симп. Оренбург: ОГУ, 2021. С. 589–593.
- 6 Мязина Н.Г., Савилова Е.Б. Гидрогеологические и гидрогеохимические особенности верхнепермского водоносного горизонта г. Сорочинска // Региональные проблемы геологии, географии, Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности: Всеросс. научно-практическая конференции. Оренбург: 2019. С. 45–48.

Ecological Significance of the Quality of Spring Water Sources for Humans Domestic and Drinking Purposes on an Example of the Orenburg Region

N.G. Myazina, E.B. Savilova

Department of Geology, Geodesy and Cadastre, Orenburg State University., 13 Pobedy Ave., Orenburg 460018, Russia

E-mail: miazinanatalia@rambler.ru.

The new data of potable waters study at number of springs of the Orenburg region are considered in the article. Hydrogeological conditions and hydrogeochemical characteristics of drained groundwater were estimated on the example of erosion springs. Using different classifications, waters of two types with mineralization of 0.2-0.4 g/dm³ bicarbonate, less often sulfate-bicarbonate magnesium-calcium, calcium-magnesium (C, SC^{MgCa} CaMg) were identified. The sources of fresh water in springs drained from terrigenous-carbonate aquifers in deposits of the Upper Carboniferous, Tatarian, Kazanian, and Santonian Stages with mineralization of 0.22-0.411g/dm³ were studied. The water has a low hardness of 3.8-5.69 mg-eq/L with a carbonate hardness of 3.6-5.0 mg-eq/L that is suitable for drinking purposes. Following O.A. Alekin, the types of magnesium-calcium (Mg Ca), calcium-magnesium (Ca Mg) waters in the springs were identified by cations. The magnesium content ranges from 18 to 48 mg/L. The content of macro components is a significant component of the human life expectancy. In a result of study, recommendations on the use of underground spring waters as a potable water of good quality are made. This knowledge is important for the use of high-quality drinking water without consequences for human health and human ecology.

Key words: *spring, fresh water, ion-salt composition, mineralization*

References

- GOST R 51232-98, Voda piteevaya [Drinking water]. Moskva. Standardinform, 2002.
- Myazina N.G. 2021. Underground waters of salt-dome basins: a case study of the Caspian depression and its northern surroundings (Volga-Ural Anticline and Pre-Ural foredeep). In: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 817 (2021) 012071 doi:10.1088/1755-1315/817/1/012071
- Myazina N. G., Savilova E. B. 2022. Hydrogeochemical characteristics of fresh waters in the springs of salt dome territories of the Cis-Urals region. In: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1010 (2022) 012007 doi:10.1088/1755-1315/1010/1/012007
- Myazina N.G., Shevtsova E.V. 2015. Gidrogeologicheskie i geokhimicheskie osobennosti Yuzhno-Uralskogo vodozabora [Hydrogeological and geochemical features of the South Ural water intake]. Voprosy estestvoznaniya, Irkutsk. 3(7): 122-125. (in Russian)

Myazina N.G., Gus A.A. 2021. Geokhimiya rodnikov s presnoy vodoy v stepyakh Evrazii na primere Orenburgskoy oblasti [Geochemistry of springs with fresh water in the steppes of Eurasia on the example of the Orenburg region]. In: Stepi Severnoy Evrazii. Orenburg, OGU, pp. 589-593. (in Russian)

Myazina N.G., Savilova E.B. 2019. Gidrogeologicheskie i gidrogeokhimicheskie osobennosti verkhnepermskogo vodonosnogo gorizonta g. Sorochinska [Hydrogeological and hydrogeochemical features of the Upper Permian aquifer of Sorochinsk]. In: Regionalnye problem geologii, geografii? tekhnosfernoy I ekologicheskoy bezopasnosti. Orenburg, pp. 45-48. (in Russian)