

**ЙОДО-БРОМНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ В СУЛЬФИДНЫХ
НИКЕЛЕВЫХ РУДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЁЛКА»
(ВОРОНЕЖСКОЕ ПРИХОПЁРЬЕ)****В. Л. Бочаров, Л. Н. Строгонова, О. А. Бабкина, А. Я. Смирнова***Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 30 января 2014 г.

Аннотация: горизонт напорных хлоридных кальциево-натриевых йодо-бромных вод приурочен к зоне повышенной трещиноватости среднезернистых норитов с сульфидной преимущественно никелевой минерализацией палеопротерозойского интрузивного тела. Он вскрыт поисковой скважиной в интервале 260–280 м от поверхности, питание горизонта осуществляется за счет перетекания соленых вод из вмещающих никеленосную интрузию обводненных кавернозных известняков и песчаников мосольского горизонта среднего девона. Содержание брома меняется в диапазоне 42–52 мг/дм³, йода 1,5–2,5 мг/дм³ при минерализации 17,5–18,5 г/дм³. В процессе разработки месторождения шахтным способом возникнет проблема изоляции и отвода минеральных вод во избежание загрязнения продуктивных горизонтов пресных вод питьевого назначения.

Ключевые слова: минеральные воды, артезианский бассейн, йод, бром, сульфидные никелевые руды, нориты, минерализация, загрязнение подземных вод.

Abstract: the horizon of pressure head chloride calcium-sodium yodo-bromine waters is dated for a zone of the raised jointing medium-grained of norits with sulphidic essential a nickel mineralization of a paleo-proterozoosky intrusive body. It is opened with a search well in the range of 260–280 m from a surface food of the horizon is carried out at the expense of an overflowing of salty waters from the flooded limestones containing the nikelenosny intrusion kavernozykh and sandstones of the mosolsky horizon of an average of Devon. The content of bromine changes in the range of 42–52 mg/dm³, iodine of 1,5–2,5 mg/dm³ at a mineralization of 17,5–18,5 g/dm³. In the course of development of a field by mine way there will be a problem of isolation and branch of Mineralnye Vody in order to avoid pollution of the productive horizons of fresh waters of drinking appointment.

Key words: Mineralnye Vody, artesian pool, iodine, bromine, sulphidic nickel ores, norit, mineralization, pollution of underground waters.

Изучение закономерностей распространения минеральных вод показывает, что распределение минерализации, химических классов и подклассов, газового состава, бальнеологических элементов подчиняется законам гидрогеохимической и гидродинамической зональности, которые проявляются в региональном плане [1–4].

Особенности пространственного размещения бальнеологических групп минеральных вод являются следствием процессов взаимодействия вод и минерального состава пород в сложившихся естественно-исторических условиях, протекающих в форме углекислотного, сернокислотного выщелачивания карбонатных, песчано-глинистых пород, гидролиза полевых шпатов, ионного обмена между водой и дис-

персной частью пород. Важнейшая роль принадлежит сульфатредукции. Совокупное действие этих процессов определяет метаморфизацию вод в значительных масштабах.

Западная краевая часть Приволжско-Хоперского артезианского бассейна сложена терригенно-карбонатной толщей средне- и верхнедевонских, нижнекаменноугольных отложений, перекрываемых преимущественно терригенными юрскими, нижнемеловыми и неоген-четвертичными породами с нарушенным залеганием и с падением их в восточном направлении. Она характеризуется минеральными водами с пластовым и пластово-трещинным типом циркуляции. В кристаллических породах Воронежского кристаллического бассейна и на его погружении в восточной части преимущественно развиты трещинные воды кор выветривания кристаллических пород и зон тектонических дроблений. Здесь получили развитие

© Бочаров В. Л., Строгонова Л. Н., Бабкина О. А., Смирнова А. Я., 2014

слабоминерализованные минеральные воды, в большинстве своем имеющие гидравлическую связь с пластово-трещинными и поровыми водами девонских, неогеновых и четвертичных отложений [5–7].

На участках глубокого погружения (более 250 м от поверхности) водоносных горизонтов в восточной части территории формируются высокоминерализованные рассолы в основном хлоридного натриевого или хлоридного натриево-кальциевого составов с минерализацией 32,3–135,7 г/дм³ и более, сопровождаемые накоплением брома от 100 до 306,4 мг/дм³ и йода от 1,5 до 6 мг/дм³. Минеральная вода слабо газирует азотом углеводородными газами [4; 8; 9].

Изучение закономерностей распространения минеральных вод в месторождениях Воронежского Прихопёрья приводит к заключению, что распределение минерализации, химических классов и подклассов, газового состава, экологически значимых бальнеологических элементов подчиняется законам гидрогеохимической, гидродинамической зональности, которая проявляется в региональном плане [4].

Месторождение «Ёлка» расположено в Новохопёрском районе Воронежской области и вместе с аналогичным, но более крупным по масштабам ору-

денения Еланским месторождением, образует чрезвычайно важный в промышленном отношении Еланско-Ёлкинский рудный район. В месторождении «Ёлка» сульфидное никелевое оруденение с медью, кобальтом, платиновыми металлами и золотом установлено в северо-западной части кольцевой норит-диоритовой интрузии. Оно сконцентрировано в протяженной (свыше 1000 м) зоне, в которой крутопадающее линзовидное рудное тело мощностью от 2 м до 42 м прослежено бурением до глубины 1500–1600 м. Рудная зона месторождения сложена преимущественно вкрапленными с маломощными прослойками массивных, гнездово-прожилковых и брекчиевидных руд, характеризующаяся в целом согласным с внутренним строением норит-диоритового интрузивного тела. Содержания никеля, кобальта, меди, серы и индикаторные геохимические отношения месторождения изменяются в зависимости от типов руд (табл. 1) [10; 11].

Кроме основных рудообразующих элементов сульфидные никелевые руды характеризуются довольно широким спектром редких элементов, среди которых особое значение принадлежит платине, палладию, золоту, мышьяку (табл. 2).

Таблица 1
Содержание рудообразующих элементов (мас.%) и величины их отношений в сульфидных никелевых рудах месторождения «Ёлка»

Тип руд	Элемент								В 100 % сульфидов			
	S	Ni	Co	Cu	S/Ni	Ni/Cu	Ni/Co	S/(Ni+Co+Cu)	Fe	Ni	Co	Cu
1 (17)	4,37	0,41	0,02	0,06	10,66	6,89	20,50	8,90	57,74	3,57	0,17	0,52
	5,52	0,42	0,03	0,06	9,25	222,30	14,37					
2 (5)	21,49	1,35	0,11	0,33	15,92	4,09	12,27	12,00	58,84	2,39	0,19	0,58
	2,74	0,31	0,05	0,16	3,23	3,86	25,54					
3 (4)	24,39	2,56	0,09	0,07	9,53	36,57	28,44	9,00	57,76	3,99	0,14	0,11
	1,81	1,40	0,05	0,05	4,60	816,20	255,60					

Примечание. Типы руд: 1 – вкрапленные, 2 – гнездово-прожилковые, 3 – массивные. В скобках – количество определений; в числителе – среднее арифметическое значение, в знаменателе – среднее квадратическое отклонение.

Таблица 2
Содержание редких элементов в рудах месторождения «Ёлка»

Тип руд	Элемент								
	Pt	Pd	Rh	Au	As	Pb	Mo	Zn	Mn
Вкрапленные	0,10	0,36	–	0,6	354,50	60,60	153,6	680	890
Гнездово-вкрапленные	0,68	1,30	–	1,5	580,00	44,00	448,0	720	1120
Массивные	0,20	0,68	0,03	2,5	360,00	28,00	320,0	811	1450

Примечание. При составлении таблицы использованы опубликованные данные [10; 11].
Содержание редких элементов дано в 10⁻⁴ мас. %.

Геохимические признаки сульфидных никелевых руд месторождения «Ёлка» свидетельствуют в пользу формирования за счет коматиит-регенерированного [12] или коматиит-ассоциированного [10; 11] рудного вещества, первично локализованного в архейском зеленокаменном поясе.

Минеральные воды хлоридно-натриевого и хлоридно-натриево-кальциевого состава обнаружены в скважине 8186, пробуренной в северо-западной части норит-диоритового тела. Геологический разрез представлен палеопротерозойскими кристаллическими породами, на которых залегают терригенные и кар-

бонатные отложения живетского, франского и фаменского ярусов среднего и верхнего девона общей мощностью 160 м, перекрываемые маломощным (7,5 м)

слоем песков и глин аптского яруса нижнего мела, на неровной поверхности которых залегают аллювиальные породы четвертичного возраста (рисунок).

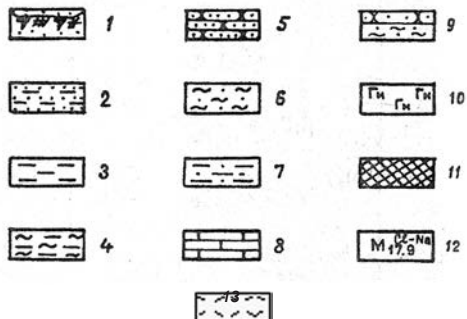
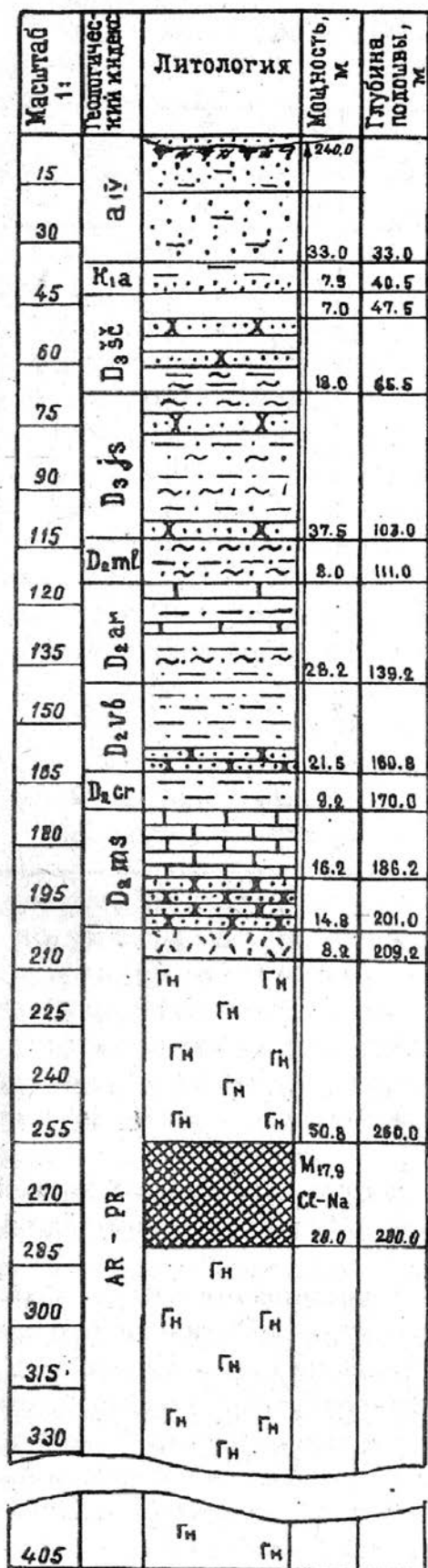


Рисунок. Гидрогеологический разрез скважины 8186: 1 – почвенный слой и разнозернистые пески; 2 – пески с прослоями глин; 3 – глины; 4 – глины аргиллитоподобные; 5 – песчаники; 6 – алевролиты; 7 – аргиллиты алевролитистые; 8 – известняк кавернозный обводненный; 9 – песчаники, алевролиты обводненные; 10 – норит с сульфидной минерализацией; 11 – интервал опробования водоносной зоны повышенной трещиноватости кристаллических пород; 12 – минерализация минеральной воды и ее тип; 13 – кора выветривания норитов

Минеральные воды приурочены к зоне дробления среднезернистых норитов с сульфидной минерализацией и вскрываются скважиной в интервале глубин 255–280 м. Воды напорные: верхним водоупором, изолирующим обводненную толщу трещиноватой зоны пород с сульфидной вкрапленностью от вышезалегающих водоносных горизонтов пресных подземных вод, служат аргиллиты чернойгорского горизонта среднего девона мощностью около 20 м.

Неравномерная трещиноватость кристаллических пород обуславливает низкую водообильность горизонта хлоридных натриевых и натриево-кальциевых вод, поскольку удельный дебит в скважине не превышает 0,1 дм³/с. Питание минеральных вод осуществляется, по-видимому, водами вышезалегающего мосоловского горизонта среднего девона и водами, сконцентрированными в коре выветривания норитов с обводненными алевролитами, путем перетекания их в трещины кристаллических пород на участках взаимного контактирования.

По химическому составу минеральная вода является слабокислой йодо-бромной высокоминерализованной хлоридного натриево-кальциевого состава (табл. 3).

Содержание брома меняется в диапазоне 42–52 мг/дм³, йода 1,5–2,5 мг/дм³ при минерализации 17,5–18,5 г/дм³. В воде присутствуют фтор (0,1–0,3 мг/дм³), нитраты (до 5 мг/дм³).

Химический состав йодо-бромных минеральных вод месторождения «Ёлка» в сравнении с аналогичными водами других минеральных источников Воронежского Прихопёрья, мг/дм³

Компонент	Территория месторождения					
	1	2	3	4	5	6
Главные компоненты						
Ca ²⁺	1124,0	1303,2	1894,7	6954,0	8383,2	4279,2
Mg ²⁺	406,9	287,7	446,1	1869,9	2684,4	3131,6
(Na+K) ⁺	4953,0	1723,8	9053,5	12476,9	35931,2	11665,8
HCO ₃ ⁻	73,2	73,2	Не обн.	30,5	Не обн.	371,7
SO ₄ ²⁻	1171,1	120,0	18665,5	104,9	Не обн.	1450,0
Cl ⁻	9188,2	5704,9	18606,6	36231,7	78001,4	33490,1
Редкие элементы						
Li	1,20	0,60	1,30	1,80	3,00	2,10
Sr	20,80	18,20	25,20	36,80	44,80	24,60
Ba	3,50	4,90	5,30	8,50	8,30	6,40
Fe	0,25	0,18	0,26	0,37	0,17	0,28
Mn	0,07	0,06	0,09	0,15	0,07	0,1
Ni	0,07	0,04	0,05	0,07	0,04	0,06
Co	0,02	0,02	0,04	0,05	0,03	0,05
Cu	0,03	0,06	0,06	0,07	0,05	0,07
As	0,09	0,04	0,05	0,08	0,02	0,03
n	4	6	3	2	1	1

Примечание. Воронежская область: 1 – Ёлка (Новохопёрский район); 2 – Белая Горка (Богучарский район); 3 – Петровское (Городской округ, г. Борисоглебск); 4 – Октябрьское (Поворинский район); 5 – Байчурово (Поворинский район); 6 – Красовка (Грибановский район); n – количество определений.

Концентрация борной кислоты не превышает 24,4 мг/дм³. В воде отсутствуют нитриты, аммоний, радиоактивные элементы. Содержание элементов группы железа вполне сопоставимо с таковыми в других источниках йодо-бромных минеральных вод района и в целом невелико, что свидетельствует о крайне низкой растворимости в холодных минеральных водах никеля, кобальта, меди, концентрирующихся, главным образом, в сульфидной фракции рудно-магматической системы [13]. Несколько повышено содержание мышьяка, отражающее более активную миграционную способность этого элемента в водной среде.

Повышенная минерализация йодо-бромных вод, существенно хлоридный натриево-кальциевый состав, приуроченность вод к погруженной краевой западной части Приволжско-Хопёрского артезианского бассейна свидетельствуют о формировании их в условиях затрудненного водообмена. Связь йодо-бромных вод с поверхностными водами и подземными водами вышележающих водоносных горизонтов крайне ограничена, учитывая глубину залегания обводненной части сульфидоносных норитов.

Если принять во внимание то обстоятельство, что в одном дм³ морской воды содержится 545 ммоль/дм³ иона хлора (а в йодо-бромной минеральной воде месторождения «Ёлка» его содержится 223,3 ммоль/дм³), можно считать, что в данной минеральной воде примесь воды морского генезиса составит по объему 44,4 % [5]. Следовательно, в генетическом отношении вода является смешанной, находящейся под влиянием инфильтрационных вод, поступающих по трещинам и зонам дробления в сульфидоносные нориты из мосоловского водоносного горизонта среднего девона.

По заключению Центрального НИИ курортологии и физиотерапии Министерства здравоохранения РСФСР в 1983 г. минеральная вода месторождения «Ёлка» является ценным бальнеологическим продуктом и может быть использована для наружного применения (ванн) при лечении больных с нейроциркулярной дистонией, ревматическими пороками сердца, при гипертонической болезни, заболеваниях позвоночника, опорно-двигательного аппарата, кожного покрова. Данное заключение было подтверждено в 2010 г. Испытательным центром при-

родных лечебных ресурсов Российского научного центра восстановительной медицины и курортологии Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Минеральная вода имеет региональный аналог. По своим физико-химическим свойствам и бальне-

ологическому воздействию вода месторождения (рудопроявления) «Ёлка» аналогична минеральной воде «Белая Горка» (Богучарский район Воронежской области), которая широко используется в настоящее время в лечебно-бальнеологических целях (табл. 4).

Таблица 4

Гидрогеохимические параметры минеральных йодо-бромных вод

Возраст водовмещающих пород	Состав водовмещающих пород	Вг, I мг/дм ³	М, г/дм ³	Формула ионного состава М. Г. Курлова	pH, t ^o C	Дебит, дм ³ /с; понижение, м
«Ёлка»						
Палеопротерозой	Трещиноватые нориты с сульфидным оруденением	<u>52,0</u> 2,10	17,80	<u>Cl87SO₄12HCO₃1</u> (Na+K)71Ca18Mg11	<u>6,30</u> 9,20	<u>2,50</u> 0,10
«Белая Горка»						
Нижний карбон	Трещиноватые известняки	<u>35,30</u> 0,50	9,20	<u>Cl98,5HCO₃1,3SO₄0,2</u> (Na+K)47Ca41Mg12	<u>7,10</u> 11,00	<u>11,80</u> 0,95

Таким образом, на территории Воронежской области имеются благоприятные перспективы расширения санитарно-курортного комплекса на базе использования природных йодо-бромных минеральных вод Воронежского Прихопёрья.

Отметим, что хлоридные натриевые и натриево-кальциевые воды высокого уровня минерализации по генезису относятся в главной своей массе к седиментогенным водам. Они представляют собой захороненную морскую воду, в различной степени разбавленную или упаренную. Химический состав подобной воды изменен в результате взаимодействия ее с водовмещающими горными породами. В частности, в хлоридных натриевых водах постоянно содержится примесь сульфатных и гидрокарбонатных щелочно-земельных металлов – кальция и магния. Кроме этих элементов постоянно присутствуют также в различных количествах редкие щелочноземельные металлы – стронций и барий [2; 3; 14].

Воды крупных артезианских бассейнов, содержащие специфические компоненты в количествах, превышающих нормы, установленные для лечебных минеральных водных растворов, классифицируются как бромистые, йодистые или йодисто-бромистые. С бромом и йодом, имеющими, несомненно, морское происхождение, постоянно ассоциируют редкие металлы, поступающие в водный раствор при растворении сульфатов и карбонатов. Распределение этих элементов, анализу которого в хлоридных натриевых и натриево-кальциевых минеральных водах не придавалось должного значения, может помочь

при решении генетических и классификационных вопросов этих вод и оценки их качества при использовании в лечебных и бальнеологических целях [15–17].

Формирование лечебно-столовых и лечебных минеральных вод в Воронежском крае происходит под воздействием сложных природных процессов. Всё это представляет чрезвычайно широкое поле деятельности для дальнейшего изучения подземных вод, в ходе которого могут быть получены новые данные по генезису минеральных вод и открыты новые месторождения минеральных источников. Наиболее ценные результаты могут быть получены с помощью комплексных геологических и физико-химических методов исследования подземной гидросферы, включая поиски и оценку ресурсов минеральных вод, их охрану от истощения и загрязнения [3; 18–22].

Продуктивными на хлоридно-натриевые минеральные воды и рассолы являются нижняя гидрогеологическая зона, сложенная породами карбонатной формации, осложненной в ряде случаев присутствием лагунной сульфатно-доломитной формацией. Литолого-фациальные условия и геохимическая обстановка формирования девонского комплекса пород способствует формированию бромистых и йодисто-бромистых минеральных вод с минерализацией от 17 до 140 г/дм³, которые приурочены к среднему девону и низам верхнего девона. Минерализация хлоридно-натриевых вод возрастает с глубиной, начиная со 120 м, и достигает максимальных значений на глубинах 900–950 м [4; 6–8].

Многолетняя горнодобывающая и горнообогательная деятельность, предполагаемая на месторождениях никеля в Воронежском Прихопёрье, развитие инфраструктуры, как и в других горнорудных районах, действующих или прекративших свое существование предприятий, будет сопровождаться принципиальными, а в отдельных случаях и необратимыми изменениями природного состояния геологической среды.

Экологические опасности освоения месторождений сводятся в первую очередь к следующим проблемам: истощение запасов питьевой воды за счет загрязнения продуктивных горизонтов подземных вод минеральными хлоридными натриевыми и натриево-кальциевыми водами; загрязнение природных вод вследствие поступления в реки Елань, Савала, Хопер недостаточно очищенной водной массы после флотации (разделения рудных и силикатных фракций).

Все это может иметь место в случае явного нарушения природоохранного законодательства, что практически невозможно при существующем уровне государственного и общественного контроля, и использовании современных эколого-технологических механизмов обеспечения приемлемого уровня безопасности. Приемлемость того или иного уровня безопасности определяется в большей степени коллективным восприятием, а не индивидуальным осознанием реального значения техногенного воздействия на окружающую среду. При этом уровень приемлемого риска формируется на основе компромисса между выгодой (экономия времени или средств, комфорт) и потенциальной опасностью. Чем непосредственнее ощущение получаемой пользы, тем выше порог приемлемого общественного риска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев И. К. Закономерности распространения и формирования минеральных подземных вод / И. К. Зайцев, Н. И. Толстихин. – М. : Недра, 1972. – 280 с.
2. Посохов Е. В. Минеральные воды (лечебные, промышленные, энергетические) / Е. В. Посохов, Н. И. Толстихин. – Л. : Недра, 1977. – 240 с.
3. Кирюхин В. А. Гидрогеохимия : учебник для вузов / В. А. Кирюхин, А. И. Коротков, С. Л. Шварцев. – М. : Недра, 1993. – 384 с.
4. Смирнова А. Я. Минеральные воды России : учеб. пособие / А. Я. Смирнова, В. Л. Бочаров. – Воронеж : Менеджер, 2009. – 130 с.
5. Смирнова А. Я. Минеральные воды Воронежской области (лечебные и лечебно-столовые) / А. Я. Смирнова, В. Л. Бочаров, В. Ф. Лукьянов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1995. – 182 с.
6. Смирнова А. Я. Основные типы минеральных вод Воронежской области / А. Я. Смирнова, В. Л. Бочаров, О. А. Бабкина // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2009. – № 2. – С. 161–168.
7. Талдыкин Е. М. Новые данные о минеральных водах на территории Воронежской области / Е. М. Талдыкин, В. Н. Шульженко // Материалы по гидрогеологии центральных районов Европейской част СССР. – М. : ТГУЦР, 1979. – С. 65–67.
8. Фурман И. Я. Гидрохимические особенности некоторых подземных вод Воронежской области и их бальнеологическая оценка / И. Я. Фурман // Литология и стратиграфия осадочного чехла Воронежской антеклизы. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1974. – С. 86–88.
9. Бабкина О. А. Гидрохимия йода и брома в минеральных водах Среднего Прихоперья / О. А. Бабкина // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2010. – № 1. – С. 252–255.
10. Чернышов Н. М. Геолого-генетическая модель формирования сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Еланского типа / Н. М. Чернышов // Платина России. – М. : Геоинформмарк, 1999, Т. 4. – С. 120–140.
11. Чернышова М. Н. Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Воронежского кристаллического массива / М. Н. Чернышова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 368 с.
12. Бочаров В. Л. Геохимические критерии прогнозирования сульфидных руд коматиит-регенерированного типа / В. Л. Бочаров, А. Н. Плаксенко, Л. Н. Гриненко [и др.] // Геохимические критерии прогноза и оценки рудных месторождений. – М. : Наука, 1988. – С. 60–73.
13. Бочаров В. Л. Экологическое значение элементов группы железа в минеральных водах / В. Л. Бочаров, Л. Н. Строгонова // Высокие технологии в экологии: труды 11-й Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж : Менеджер, 2007. – С. 262–269.
14. Бабкина О. А. Гидрохимия стронция и бария в хлоридно-натриевых минеральных водах и рассолах бассейна среднего течения р. Хопер / О. А. Бабкина // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2011. – № 1. – С. 236–240.
15. Токаренко О. Г. Геохимия минеральных вод Кузбасса : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / О. Г. Токаренко. – Томск : Томск. науч.-исслед. политех. ун-т, 2009. – 22 с.
16. Сидкина Е. В. Геохимия рассолов западной части Тунгусского артезианского бассейна : автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук / Е. В. Сидкина – Томск : Томск. науч.-исслед. политех. ун-т, 2013. – 21 с.
17. Акудович С. В. Микроэлементы в подземных рассолах Арипяжского прогиба (по данным атомно-эмиссионного спектрального анализа) : автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук / С. В. Акудович. – Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2004. – 21 с.
18. Белоусова А. П. Экологическая гидрогеология : учебник для вузов / А. П. Белоусова, И. К. Гавич [и др.]. – М. : Академкнига, 2007. – 397 с.
19. Сычев К. И. Геоэкологические аспекты охраны подземных вод / К. И. Сычев // Советская геология. – 1991. – № 3. – С. 63–69.
20. Бродский А. А. Основы гидрогеохимических методов поисков сульфидных месторождений / А. А. Бродский. – М. : Недра, 1964. – 260 с.
21. Верхотуров А. Г. Гидрогеоэкологические проблемы освоения месторождений Забайкалья / А. Г. Верхотуров // Гидрогеология сегодня и завтра : матер. Междунар. науч. конф. – М. : Макс Пресс, 2013. – С. 136–141.
22. Куликов Г. В. Перспективы поисков минеральных вод на территории СССР / Г. В. Куликов, А. В. Желваков // Известия вузов. Геология и разведка. – 1989. – № 1. – С. 94–99.

Воронежский государственный университет

*Бочаров В. Л., доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
Тел.: 8 (473) 220-89-80*

*Строгонова Л. Н., кандидат географических наук, доцент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
Тел.: 8 (473) 220-89-80*

*Бабкина О. А., преподаватель кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
Тел.: 8 (473) 220-89-80*

*Смирнова А. Я., доктор географических наук, профессор кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
Тел.: 8 (473) 220-89-80*

Voronezh State University

*Bocharov V. L., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology Department
Tel.: 8 (473) 220-89-80*

*Strogonova L. N., Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology Department
Tel.: 8 (473) 220-89-80*

*Babkina O. A., Lecturer of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology Department
Tel.: 8 (473) 220-89-80*

*Smirnova A. Ya., Doctor of Geographical Sciences, Professor of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology Department
Tel.: 8 (473) 220-89-80*