

БРОМНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ: ГЕНЕЗИС И БАЛЬНЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Д. Г. Филатов

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 10 сентября 2012 г.

Аннотация. Хлоридно-натриевые минеральные воды, обогащенные бромом и йодом, характеризующиеся различной минерализацией и температурой, широко распространены в нашей стране и за рубежом и активно используются в бальнеологических целях. Воронежская область известна своим месторождением минеральных бромных вод «Белая Горка». Сравнительный анализ минерального источника «Белая Горка» и месторождений минеральных вод сходного химического состава в других регионах позволяет лучше уяснить особенности гидрогеологической обстановки, в которой сформировалась минеральная вода «Белая Горка», и наметить перспективы разведки и поиска минеральной воды этого типа.

Ключевые слова: минеральные воды, артезианский бассейн, месторождение, минерализация, водоносный комплекс, химический состав, хлор, бром, микрокомпоненты.

Abstract. Chloride-sodium mineral water enriched with bromine and iodine, which are characterized by varying salinity and temperature are widely spread in our country and abroad and are actively used in the balneological purposes. The Voronezh region is known for its field of mineral bromine waters «Belaya Gorka». A comparative analysis of the mineral source «Belaya Gorka» and deposits of mineral waters similar chemical composition in other regions allows to understand better the peculiarities of hydro-geological conditions in which was formed mineral water «Belaya Gorka» and outline the prospects for exploration and the search for mineral waters of this type.

Key words: mineral waters, artesian pool, field, mineralization, water-bearing complex, chemical composition, chlorine, bromine, microcomponents

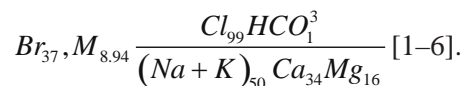
Минеральные воды занимают доминирующее положение в гидрогеологическом разрезе любого артезианского бассейна. На долю пресных вод приходится сравнительно небольшой интервал глубин вблизи земной поверхности. Далее следует зона затрудненного водообмена содержащая минеральные воды и рассолы. Часто эти воды обогащены различными микроэлементами и имеют большую бальнеологическую ценность. Широким распространением пользуются минеральные воды хлоридно-натриевого состава обогащенные йодом и бромом. Воронежская область известна своим уникальным месторождением бромных вод «Белая Горка», расположенным в Богучарском районе вблизи одноименного села.

Водопроявление бромных минеральных вод приурочено к нижнекаменноугольным терригенно-карбонатным отложениям озерско-хованского горизонта турнейского яруса, представленных песчаниками с прослоями алевролитов и известняков мощностью 23–35 м.

По данным химико-аналитических исследований вода «Белая Горка» относится к среднеми-

нерализованным, хлоридного кальциево-натриевого состава с кислой реакцией среды (рН 5,4). В составе биологически активных компонентов в кондиционных концентрациях установлен бром – до 40 мг/дм³.

Химическая формула воды имеет вид:



Не имея детальной информации об изучаемом месторождении и самое главное о смежных с ним регионах, в которых вполне могут быть обнаружены минеральные воды подобного типа, обратимся к опыту других регионов со сходными геологическими и гидрогеологическими условиями и с лучшей геологической изученностью в которых обнаружены минеральные воды со сходным химическим составом.

Минеральные воды Западно-Сибирского артезианского бассейна

В пределах Западно-Сибирского артезианского бассейна выделено 18 типов минеральных вод, которые объединены в шесть групп.

Мезо-кайнозойский осадочный чехол Западно-Сибирского артезианского бассейна содержит большие ресурсы минеральных подземных вод. Это кислородно-азотные, азотные, азотно-метановые и метановые воды, холодные и термальные (до 150 °С), с минерализацией от 0,1 до 80 г/дм³. На отдельных участках в нижней части осадочного чехла распространены также углекисло-метановые и углекислые воды.

Распространение выделенных групп и типов минеральных вод подчинено общей гидрохимической зональности региона. Схематическая карта минеральных вод бассейна приводится на рисунке 1.

Обращает на себя внимание приуроченность бромных и бром-йодных вод к краевым частям артезианского бассейна.

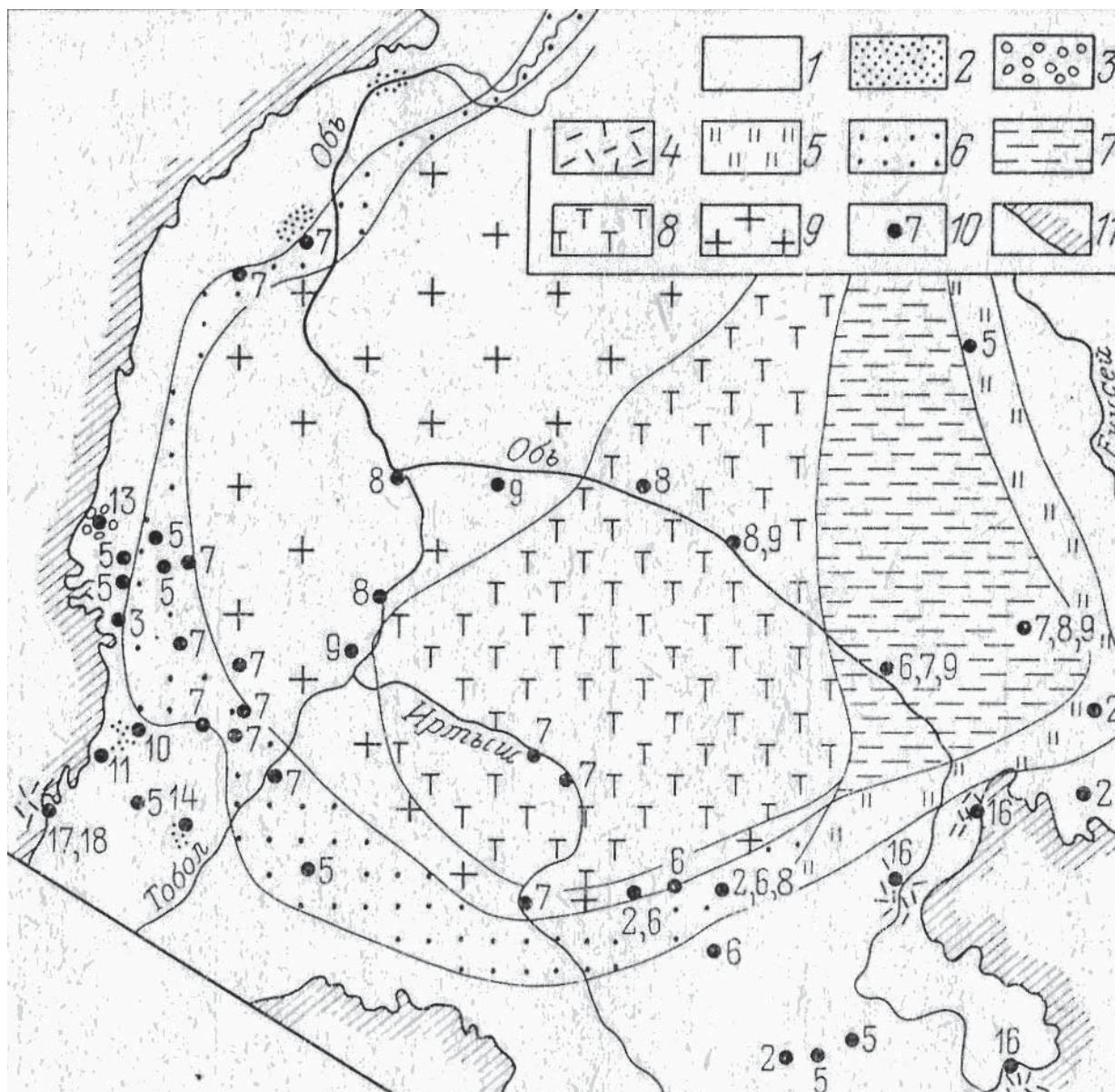


Рис. 1. Схематическая карта минеральных вод Западно-Сибирского артезианского бассейна.

Районы распространения минеральных вод: 1 – I группы; 2 – III группы (железистых); 3 – IV группы (сероводородных); 4 – VI группы (радоновых); 5–9 – II группы: 5 – бромных, 6 – бром-йодных, 7 – кремнекисло-бромных, 8 – бор-бром-йодных, 9 – преимущественно йодных, 10 – пункты вскрытия минеральной воды; цифры – номер типа минеральной воды по классификации ВСЕГЕИ и ЛГИ, 1964 г.; 11 – горноскладчатое обрамление бассейна.

* I группа – воды, в которых микрокомпоненты практически отсутствуют или содержатся в количествах, не достигающих бальнеологических норм.

** II группа – воды, содержащие йод, бром, кремний и другие микрокомпоненты в различных сочетаниях

Мы остановимся только на тех группах и типах минеральных вод, которые близки по химическому составу к минеральной воде «Белая Горка».

Обращают на себя внимание воды евпаторийского, нальчикского, чартаковского и обского типов. Данные об этих типах вод приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Данные о некоторых группах и типах минеральных вод
Западно-Сибирского артезианского бассейна

Тип минеральной воды по классификации ВСЕГЕИ и ЛГИ, 1964 г. (номер на карте)	Преобладающий газовый состав	Минерализация, г/дм ³	Характерный солевой состав	Микроэлементы, мг/дм ³	Температура воды, °С	Выявленные районы распространения минеральных вод в бассейне	Использование вод данного типа на курортах бывш. СССР
I группа – воды, в которых микрокомпоненты практически отсутствуют или содержатся в количествах, не достигающих бальнеологических норм							
Евпаторийский (7)	Азотно-метановый, метановый	1–10	Cl 90–99	I до 3, Br до 15	5–60	Приуралье, Чулымо-Енисейский район	Пярну, Друскининкай, Старая Русса
			Na 96–98				
II группа – воды, содержащие йод, бром, кремний и другие микрокомпоненты в различных сочетаниях							
Нальчикский (8)	Метановый	10–5	Cl 95–98	I до 40, Br до 100, H ₂ SiO ₃ до 100	20–100	Центральные районы	Нальчик
			Na 70–95				
Чартаковский (9)	Метановый	35–80	Cl 97–100	Br до 200, H ₂ SiO ₃ до 200, I до 15	60–100 и более	Центральные и восточные районы	Усть-Качака, Старая Русса
			Na 50–90 Ca 20–40				
III группа – железистые воды							
Обский (12)	Метановый	10–80	Cl 95–98	Fe до 100, I до 30, Br до 100, H ₂ SiO ₃ до 50	10–140	Центральные районы	Нет данных
			Na 70–95 Ca 5–30				

Минеральные воды евпаторийского типа относятся к инфильтрационно-седиментационным водам. Их солевой состав сформировался в результате смешения древних и современных инфильтрационных вод с минерализованными седиментационными водами. Они имеют региональное

распространение в краевых частях артезианского бассейна [7].

Воды нальчикского, чартаковского и обского типов относятся к седиментационным минеральным водам, сформировавшимся из вод морских преимущественно опресненных бассейнов

и смешанных вод морских и континентальных бассейнов седиментации, солевой состав которых несколько изменился в процессе диагенеза и катагенеза осадков. Воды обского типа встречены на локальных участках, нальчикского и чартаковского типов распространены в большей части разреза осадочного чехла бассейна.

Минеральные воды юго-восточной Белоруссии

Территория юго-восточной части Белоруссии расположена в пределах Русской плиты Восточно-Европейской платформы, в области сочленения ряда крупных геологических структур, входящих в систему Сарматско-Туранского линейного элемента земной коры и тяготеет к крупной грабенообразной депрессии – Припятскому прогибу, выполненному мощной (до 6,2 км) толщей осадочных и осадочно-вулканогенных образований различной степени метаморфизма, консолидации и своеобразного литологического состава [8].

С Припятским прогибом связан одноименный гидрогеологический бассейн, представляющий собой сложную водонапорную структуру.

С недрами юго-восточной Белоруссии связаны самые разнообразные по минерализации, ионно-солевому составу и происхождению минеральные воды и рассолы, бальнеологическая ценность которых подтверждена многолетним использованием или вытекает из общих геохимических предпосылок. Остановимся только на тех типах минеральных вод, которые имеют определенное сходство с минеральной водой «Белая Горка».

Хлоридные натриевые соленые воды и рассолы с минерализацией 2–320 г/дм³ – наиболее характерный и распространенный тип вод в недрах юго-восточной Белоруссии. В группе соленых вод выделяются воды с минерализацией 2–5, 5–10 и 10–35 г/дм³.

Хлоридные натриевые воды с минерализацией 2–5 г/дм³ прослеживаются в виде узкой полосы, протягивающейся от южного борта и приподнятой западной окраины до северной прибортовой зоны Припятского артезианского бассейна, и связаны с отложениями пермско-нижнетриасового, каменноугольного и надсолевого девонского комплексов. Маломинерализованные хлоридные натриевые воды в объеме среднего гидрогеологического этажа вскрыты в отложениях нижнего триаса и перми на глубине 255–325 м в районе Копаткевичей, д. Трамец, Александровка, а в пределах Заозерной площади – в породах карбона на глубине

482–483 м. В виде естественных источников они известны у д. Валавск Петриковского района и дд. Поблин и Рыловичи Глусского района.

Статические уровни вод устанавливаются на глубинах от +2,7 до 4,5 м в пермско-нижнетриасовом и до 25 м в каменноугольном комплексах. Высокой производительностью характеризуются скважины, вскрывшие воды в пермско-нижнетриасовых песках и песчаниках (до 319 м³/сут при понижении 9,8 м), в каменноугольных отложениях они значительно ниже (69 м³/сут при понижении 14 м) [8].

Воды этого типа обнаружены также в пределах северо-западной части Лоевско-Брагинской седловины (д. Ченки). Из воронежских кавернозных известняков подсолевого водоносного комплекса был получен самоизлив с глубины 467–469 м. Статический уровень устанавливается на 4,9 м выше поверхности земли. Дебит скважины 605 м³/сут при сравнительно небольшом понижении уровня (3,4 м). Воды холодные (до 16°C), слабо щелочные (рН 7,2–8,7).

В химическом составе преобладает хлор и натрий. Наличие гидрокарбонатов (до 7–13 %-экв) характерно для вод западных, а сульфатов (до 11 %-экв) – для северо-восточных районов их распространения. В микрокомпонентном составе вод обнаружены двухвалентное железо (0,44 мг/дм³), фтор (1,1 мг/дм³), бром (2,7–5,6 мг/дм³). Растворенный газ представлен азотом и СО₂.

Ближайший аналог мало минерализованных хлоридных натриевых вод – минеральные воды миргородского типа, характерными представителями которого являются воды омская № 1 (Россия) и хядемэсте (Эстония), применяемые при лечении желудочно-кишечных заболеваний.

Хлоридные натриевые воды с минерализацией 5–10 г/дм³ в виде узкой полосы, смещенной к центральному частям бассейна, прослеживаются вдоль участков распространения вышеописанных вод, и в пределах локальных структур (Заозерная, Вышемировская, Малодушинская и др.)

Вскрываются они на глубинах от 225 до 541 м. На меньшей глубине (206–211 м) они обнаружены в песчаных породах батского яруса средней юры в зоне северного регионального разлома (д. Милоград).

Воды этого типа наиболее полно изучены в пределах северо-восточной окраины Припятского прогиба и северо-западной части Лоевско-Брагинской седловины (Речица, д. Горновка и Александровка, санаторий “Васильевка”), где они связаны

с отложениями пермско-нижнетриасового водоносного комплекса.

Статические уровни устанавливаются на глубине 0,48–13 м. Дебиты скважин изменяются от 195 до 316 м³/сут, достигая в отдельных случаях 691 м³/сут (д.Горновка) при понижении уровня 14–21 м.

В районе Петрикова и на Заозерной площади описываемые воды получены из карбонатных и терригенных пород каменноугольного комплекса в интервале глубин 250–480 м. Статические уровни на глубине 11,5–39,7 м ниже поверхности земли. Водообильность пород слабая, притоки 0,62–29,5 м³/сут при понижениях 42–240 м.

В надсолевом водоносном комплексе эти воды получены из трещиноватых мергелей и известняков, залегающих на глубине 225–235 м (д. Мольча Светлогорского района). Дебит скважины составил 34,3 м³/сут при понижении 31 м.

Воды холодные (12–15 °С), нейтральные и слабощелочные (рН 7,1–7,6). По химическому и газовому составу хлоридные натриевые воды средней минерализации аналогичны маломинерализованным хлоридным натриевым.

Из микрокомпонентов в водах содержится двухвалентное железо (4,5 мг/дм³), фтор (1,4 мг/дм³), бром (7,1–73,6 мг/дм³), бор (Н₃ВО₃ – до 15,1–18,9 мг/дм³). В растворенном газе превалирует азот и СО₂.

По химическому составу среднеминерализованные хлоридные натриевые воды представляют собой близкий аналог минской минеральной воды и пригодны для лечения хронических заболеваний желудка и кишечника. В качестве лечебно-питьевых они используются в санатории “Васильевка” (Гомельский район), а также в санаториях-профилакториях Гомеля и Речицы.

Хлоридные натриевые воды с минерализацией 10–35 мг/дм³ известны в разрезе всех водоносных комплексов среднего и нижнего гидрогеологических этажей. В зависимости от структурной позиции и положения поверхности верхней соленосной толщи глубина залегания варьирует от 340 до 593 м (д. Прудок и Слободка, санаторий “Васильевка”) в пермско-нижнетриасовом водоносном комплексе; от 558 до 608 м (д. Буйновичи) в каменноугольном и от 283 (г. Петриков) до 505 м (Александровская площадь) в надсолевом девонском водоносных комплексах. Статические уровни устанавливаются на глубинах 4,8–15 м, иногда 7,9 м (Петриков) выше поверхности земли или на 21–25 м (Буйновичи) ниже ее. Наибольшая производительность скважин от 174 до 229 м³/сут

при понижениях 17,5–99 м, реже (санаторий “Васильевка”) 641 м³/сут при небольшом понижении уровня (4,85 м). Скважинам, вскрывшим эти воды в глинисто-мергельной толще надсолевого девонского водоносного комплекса, свойствен небольшой дебит (до 18 м³/сут) при значительном понижении (85 м) [8].

Воды этого типа получены также в районе д. Играево Слуцкого района и д.Белое Речицкого района из трещиноватых известняков межсолевого комплекса, залегающих на глубине 394–597 м. Статический уровень на глубине 5,7–10,7 м от дневной поверхности. Дебиты скважин варьируют от 4,3 м³/сут при понижении 44 м до 760 м³/сут при понижении 2,45 м. В районе Гомеля эти воды вскрыты двумя скважинами в песках и песчаниках наровского горизонта среднего девона на глубине 471–509 м, а также в интервале 557–625 м при совместном опробовании их с трещиноватыми породами кристаллического фундамента. Статический уровень устанавливается на глубине 15,7–16,8 м от поверхности земли. Дебиты скважин в зависимости от литологического состава вмещающих пород изменяются от 168 до 392 м³/сут при понижении уровня от 13,8 до 32,1 м.

Воды холодные (15–16 °С) нейтральные и слабощелочные (рН 6,8–8,1). Характерной особенностью является наличие органических веществ (до 5,5 мг/дм³). Из них нейтральные битумы составляют 0,5 мг/дм³, кислые – 1,3, гумус – 3,7 мг/дм³, что сближает минеральные воды с водами источников Трускавца. В микрокомпонентном составе отмечаются бром (до 8,8–51,9 мг/дм³), йод (до 1,9–2,1 мг/дм³), бор (до 23,6 мг/дм³), фтор (до 0,7 мг/дм³). Спектральным анализом обнаружены марганец, цинк, медь, алюминий, молибден. Растворенные газы имеют азотный и углекисло-азотный состав.

Близкими аналогами описанных вод являются минеральные воды курортов Бирштонас (скв. 1, ист. Витаутас), Трускавец (ист. № 2, бывший София), Евпатория (ист. Мойнаки), Красноусольск, которые с большим успехом применяются для лечения хронических заболеваний желудка и кишечника. Аналог вод более высокой минерализации – воды курортов Старая Русса (ист. Муравьевский) и Друскининкай (скв. 1), применяемые в бальнеологических целях в виде ванн для лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата, периферической нервной системы, гинекологических и др.

В таблице 2 приводятся данные о некоторых представителях минеральных лечебных вод юго-востока Белоруссии.

Данные о некоторых типах минеральных вод Припятского бассейна

Основные типы вод	Месторасположение источника	Состав и возраст водовмещающих пород	М г/дм ³	Формула ионного состава	Специфические компоненты, г/дм ³	pH	T, °C	Известные аналоги
Хлоридные натриевые (соленые)	Санаторий «Васильевка» Гомель, скв. 2	Песок, P ₂ t – T ₁	9,1	Cl86 SO ₄ 11 Na 84	Br 0,014	7,6	13	Минская минеральная вода
		Песок, песчаник, D ₂ пг	12,6	Cl82 SO ₄ 17 Na76Ca14	Br 0,016	7,1	19	Курорты «Бирштонас» (скв. 1, ист. Витаутас; «Трусквец» (ист. 2); «Евпатория» (ист. Мойнаки)
	д. Столпня Речицкого р-на скв. 1	Известняки D ₃ zd	20,0	Cl 91 Na 86	Br 0,021	7,8	Н.с.	«Старая Русса» «рускининкай» «Солигач»
	Гомель, скв. 2,3	Песчаник, гравелит, гранит, D ₂ ² -А	28,0	Cl89 SO ₄ 10 Na79Ca18	Br 0,046	6,9	19,5	
	д. Ченки Гомельского р-на, скв. 2	Доломиты D ₃ sm	21,4	Cl99 SO ₄ 6 Na86Ca8	Br 0,029	6,8	19	
Хлоридные натриевые (слабые рассолы)	Санаторий «Васильевка», скв. 2	Кератофиры D ₃	36,8	Cl96 SO ₄ 4 Na86Ca8	Br 0,052	7,7	19,5	Курорт «Бабушкин» Вологодской обл.
	Речица, скв. 1	Песчаники D ₃ d	37,3	Cl96 SO ₄ 4 Na88	Br 0,045	7,6	16	Курорты «Усолье-Сибирское» Иркутская обл.; «Тотьма» Вологодской обл.

Исходя из изложенного выше материала, можно сделать ряд выводов, касающихся месторождения «Белая Горка».

1. Минеральная вода «Белая Горка» имеет инфильтрационно-седиментационное происхождение. Солевой состав воды сформировался в результате смешения древних и современных инфильтрационных вод с минерализованными седиментационными водами. Это подтверждается наличием некоторого количества гидрокарбонат – иона в составе воды, а также сравнительно небольшой минерализацией.

2. В гидрогеохимическом разрезе артезианских бассейнов минеральные воды подобного типа тяготеют к краевым частям бассейна, к области питания артезианских вод.

3. Минеральные воды подобного типа характерны для гидрогеологического разреза нефтегазоносных геологических структур.

4. Вполне оправданным выглядит предположение о том, что ниже по разрезу должны вскры-

ваться минеральные воды и рассолы хлоридно-натриевого состава с высокими содержаниями йода и брома.

5. Разведка краевой части Донецко-Донского артезианского бассейна может выявить месторождения минеральной воды аналогичной белогорской. С этой точки зрения перспективным выглядит участок в районе балки Попасная Богучарского района Воронежской области, а также участок в районе хуторов Демидовский, Суровский и Озерский Верхнедонского района Ростовской области (рис. 2).

Упомянутый выше участок Ростовской области располагается на правом берегу Дона вниз по течению в 10–15 км от месторождения Белая Горка, приурочен к зоне Новохоперско-Шумилинского разлома и характеризуется аналогичной с «Белой Горкой» геолого-гидрогеологической обстановкой.

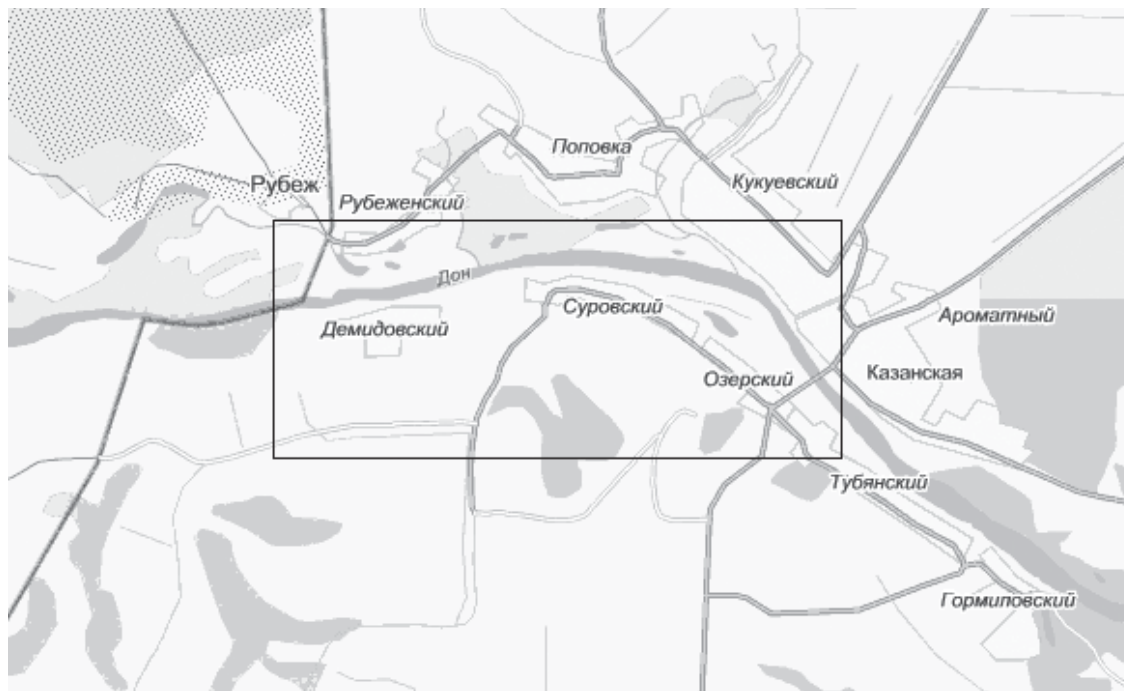


Рис. 2. Перспективный участок для поиска минеральных вод

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубянский А. А. Полезные ископаемые Воронежской области / А. А. Дубянский, В. Е. Штемпель. – Воронеж : Воронежское кн. изд-во, 1961. – 74 с.
2. Смирнова А. Я. Минеральные воды Воронежской области (лечебные и лечебно-столовые) / А. Я. Смирнова, В. Л. Бочаров, В. Ф. Лукьянов. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1995. – 182 с.
3. Нестеров В. С. Минеральный источник «Белая горка» / В. С. Нестеров. – Воронеж : Облиздат, 1948. – 31 с.
4. Карнов Б. В. Лечебные минеральные воды Черноземья : монография / Б. В. Карнов, В. А. Борисов, Н. В. Седых. – Воронеж : Издательско-полиграфический Центр Воронежского государственного университета, 2009. – 104 с.

Воронежский государственный университет
Д. Г. Филатов, аспирант кафедры гидрогеологии,
инженерной геологии и геоэкологии
Тел. 8-952-547-45-80
gidrogeol@mail.ru

5. Филатов Д. Г. Условия формирования минеральных бромных вод Богучарского Подонья / Д. Г. Филатов // Вестник Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 2012. – № 1. – С. 234–239.
6. Филатов Д. Г. Минеральные бромные воды Богучарского района / Д. Г. Филатов // Геология в развивающемся мире : сб. науч. тр. (по материалам V науч.-практ. конф. студ. асп. и молодых ученых с междунар. участием) : в 2 т. / отв. ред. Е. Н. Батулин ; Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2012. – Т. 2. – С. 60–62.
7. Учителева Л. Г. Минеральные воды Западно-Сибирского артезианского бассейна / Л. Г. Учителева. – М. : Недра, 1974. – 168 с.
8. Кудельский А. В. Минеральные воды юго-восточной Белоруссии / А. В. Кудельский, Г. А. Сербин. – Минск : Наука и техника, 1990. – 101 с.

Voronezh State University
D. G. Filatov, post-graduate student of Chair of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology
Tel. 8-952-547-45-80
gidrogeol@mail.ru