

## ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Я. Смирнова, В. Л. Бочаров, О. А. Бабкина

*Воронежский государственный университет*

*Поступила в редакцию 25 сентября 2009 г.*

**Аннотация.** *Минеральные воды на территории Воронежской области распространены в основном в каменноугольных, девонских и докембрийских породных комплексах. Они приурочены к областям питания трёх обширных артезианских бассейнов: Московского, Сурско-Хопёрского и Донецко-Донского. В зависимости от лечебных и бальнеологических свойств выделяются следующие типы минеральных вод: воды без специфических компонентов и свойств – лечебное действие обусловлено ионным составом, наличием газов и величиной минерализации; воды бромные и йодо-бромные с повышенным содержанием органических веществ – лечебные действия определяются присутствием йода и брома, высокой минерализацией; воды радиоактивные – лечебное действие определяется наличием радона.*

**Ключевые слова:** *минеральные воды, артезианский бассейн, бальнеологические свойства, газовый состав, водные ресурсы, рассолы.*

**Abstract.** *Mineral water on territory Voronezhskoy area wide-spread basically in coal, devon and precambrian rock complex. They are found to area of the feeding three extensive artesian pools: Moscow, Sursko-Hopyorskogo and Donecko-Donskogo. Depending on medical and balneologist characteristic stand out the following types of mineral water: water without specific component and characteristic – a medical action is conditioned by ion composition presence gas and value mineralization; water bromine and iodine-bromine with raised by contents organic material – a medical actions is defined presence of the iodine and bromine, high mineralization; water radioactive – a medical action is defined presence of the radon.*

**Key words:** *mineral water, artesian pool, balneology characteristic, gas composition, water facility, brines*

Минеральные воды являются одним из важнейших видов природного сырья, возможности использования которого далеко не исчерпаны. Согласно определению [19, 20, 25, 27, 28] минеральными водами являются те, которые обладают повышенной минерализацией (растворенном в воде минеральным веществом, газами, органикой), накоплением в повышенных количествах микрокомпонентов, высокой температурой или повышенной радиоактивностью. Важнейшим направлением использования минеральных вод является лечебное дело. Минеральные воды лечебного назначения по способу применения делятся в свою очередь на две группы: питьевые и бальнеологические (наружного использования). Среди питьевых вод можно выделить лечебно-столовые и

собственно лечебные. Минеральные промышленные воды содержат полезные компоненты и их соединения в количествах, позволяющих производить их добычу и переработку с целью получения редких металлов галоидов и других элементов и соединений. Минеральные термальные воды представляют один из важнейших источников альтернативной энергии. Наибольший интерес в этой связи представляют парогидротермы (пароводяные смеси), для которых уже разработана технология выделения и использования тепла.

На территории Воронежской области (в современных ее границах) минеральные воды известны со второй половины XVIII века, со времени заселения территории Придонья переселенцами из Слободской Украины (Харьковская и Луганская области Украины). Жители южных районов Воро-

нежской области использовали минеральную воду повышенной солености из родников правого берега р. Дон для лечения кожных заболеваний. Целенаправленно изучение минеральных вод началось в 20–30-х годах прошлого столетия. В это время специалистами Воронежского геологического треста были выявлены минеральные источники в центральной части Воронежской области в районе сельского населенного пункта Средний Икорец, на базе которых в 1931 году был открыт санаторий им. Цюрупы с бальнеолечебницей.

В том же году при поисковых работах на уголь в южных районах Воронежской области местные жители указали профессору А. А. Дубянскому на выходы минеральных вод повышенной солености у села Белая Горка Богучарского района. Таким образом, приоритет в оценке возможности использования воды «Белая Горка» принадлежит профессору А. А. Дубянскому, который с достаточной полнотой провёл её всесторонние исследования, определив в ее составе такие специфические компоненты, как бром и йод.

В данном случае приводятся обобщающие сведения об исследованиях подземных минеральных вод, выполненных с 60-х годов различными организациями, в том числе и кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии Воронежского государственного университета.

В послевоенные годы минеральные воды Воронежской области изучались многими исследователями. Было открыто Углянческое месторождение минеральных вод в районе железнодорожной станции Углянец Новоусманского района и построен санаторий одноименного названия. В середине 50-х годов на северо-западе Волгоградской (в то время Сталинградской) области трестом «Сталинграднефтегазразведка» велись интенсивные поисковые работы на нефть и газ. Этими работами были затронуты и прилегающие территории Воронежской области, расположенные в бассейне среднего течения реки Хопер. Глубокими скважинами (450–680 м) были вскрыты минеральные йодо-бромные воды и рассолы, по составу аналогичные водам источника «Белая Горка», но отличающиеся более высокой минерализацией. В 70-х годах исследуются минеральные воды района города Воронежа доцентом Воронежского университета И. Я. Фурманом и профессором Воронежского медицинского института В. А. Сержаниным. В районе г. Лиски в это же время исследуются радиоактивные радоновые воды, вскрытые поисковыми скважинами на радиоактивные элементы.

Характеристики отдельных месторождений минеральных вод рассматривались в это время гидрогеологами Воронежской геолого-разведочной экспедиции Е. М. Талдыкиным и В. Н. Шульженко.

С 80-х годов XX столетия минеральные воды Центрально-Черноземного региона, и Воронежской области в частности, пристально изучаются сотрудниками кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии Воронежского университета. Собранный за это время фактический материал по геолого-структурным, литологическим и геохимическим особенностям водовмещающих сред, миграции подземных вод, взаимосвязи подземных и поверхностных водных источников позволяет установить закономерности распространения, основные факторы и процессы формирования минеральных вод [6, 8, 11, 12, 14, 18–20, 23, 25, 27, 28, 31, 32].

Минеральные воды в Воронежской области распространены в основном в каменноугольных, девонских и докембрийских отложениях, приуроченных к области питания трёх обширных артезианских бассейнов: Московского, Сурско-Приволжского и Донецко-Донского [19, 25, 28].

В зависимости от бальнеологических свойств выделяются следующие бальнеологические типы минеральных вод [19, 20]:

1. Воды без «специфических» компонентов и свойств. Лечебное действие обусловлено ионным, газовым составом и величиной минерализации.

2. Воды бромные, йодо-бромные с повышенным содержанием органических веществ. Лечебное действие определяется минерализацией и присутствием брома и йода.

3. Радоновые воды. Лечебное действие определяется наличием газа радона.

В последние годы учеными Воронежского университета и Воронежской медицинской академии было клинически обосновано и доказано положительное физиологическое действие на организм человека при урологических заболеваниях гидрокарбонатно-хлоридных натриевых вод с минерализацией менее 1 г/дм<sup>3</sup>, со слабощелочной реакцией и с небольшим содержанием органического вещества, распространенных в верхнедевонских отложениях. В связи с этим целесообразно выделить бальнеологическую группу условно-минеральных слабоминерализованных слабощелочных вод с невысоким содержанием органического вещества [11, 18, 21, 23, 28, 29, 31]. Подобные воды вскрыты в Белгородском районе КМА в юрских отложениях [16].

Закономерности распределения и формирования минеральных вод определяются геологическими структурными условиями, литологическим составом водовмещающих пород, гидрогеохимической обстановкой, гидродинамическими и гидротермическими условиями краевых частей указанных артезианских бассейнов.

Южная краевая зона Московского артезианского бассейна, примерно от широты поселка Давыдовка Лискинского района, сложенная осадками среднего и верхнего девона и перекрываемая породами мелового, неогенового и четвертичного возраста со спокойным или слабо нарушенным залеганием пород с общим падением их в северном направлении, характеризуется пластовыми условиями циркуляции напорных вод, в основном пресных, с минерализацией 0,7–1,0 г/дм<sup>3</sup> [27, 29]. Северо-восточная краевая зона Донецко-Донского артезианского бассейна отличается возрастанием мощности осадочного чехла за счет появления в разрезе палеогеновых и нижнекаменноугольных отложений. Тип циркуляции пресных и солоноватых вод – пластовый и пластово-трещинный. Западная краевая часть Сурско-Приволжского 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, характеризуется минеральными водами с пластовым и пластово-трещинным типом циркуляции. В кристаллических породах Воронежского кристаллического бассейна и на его погружении в основном развиты трещинные воды коры выветривания и зон тектонических дроблений. Это слабоминерализованные минеральные воды, в большинстве своем имеющие гидравлическую связь с пластово-трещинными и поровыми водами девонских, неогеновых и четвертичных отложений [19, 28].

Особенность пространственного размещения бальнеологических групп минеральных вод является следствием процессов взаимодействия вод и минерального состава пород в сложившихся естественно-исторических условиях, протекающих в форме углекислотного, серно-кислотного выщелачивания карбонатных, песчано-глинистых пород, гидролиза полевых шпатов, ионного обмена между водой и дисперсной частью пород. Важнейшая роль принадлежит сульфатредукции. Совокупное действие этих процессов определяет метаморфизацию вод в прямом направлении.

Изучение закономерностей распространения минеральных вод по районам области и на месторождениях минеральных вод приводит к заключению, что распределение минерализации, химических классов и подклассов, газового состава, бальнеологических элементов подчиняется законам гидрогеохимической, гидродинамической зональности, которая проявляется в региональном плане [19].

В области питания подземных вод, расположенной на своде Воронежского кристаллического массива, распространены гидрокарбонатные кальциевые и гидрокарбонатно-хлоридные натриевые или сложного состава воды с минерализацией от 0,6–1,1 г/дм<sup>3</sup>, используемые в настоящее время для хозяйственно-питьевого водоснабжения и в меньшей степени в лечебных целях [28].

В области стока, совпадающего со склоновыми частями свода, по мере постепенного погружения водоносных горизонтов карбона и девона эти воды сменяются маломинерализованными сульфатно-хлоридными кальциево-натриевыми, хлоридными натриевыми или натриево-кальциевыми. Их минерализация возрастает от 1,8–3,0 до 9,0 г/дм<sup>3</sup>. При этом рост содержания сульфатов в воде более контрастен, чем хлоридов. В основном формируются воды сульфатно-хлоридного натриево-кальциевого класса и подкласса [28, 29]. По мере дальнейшего погружения водоносных горизонтов карбона и девона к краевым частям артезианских бассейнов минерализация воды увеличивается до 35 г/дм<sup>3</sup> [19].

На участке глубокого погружения (> 250 м от поверхности) водоносных горизонтов в северо-восточной части области формируются высокоминерализованные рассолы в основном хлоридного натриевого или хлоридного натриево-кальциевого состава с минерализацией 32,3–135,7 г/дм<sup>3</sup> и более, сопровождаемые накоплением брома от 100 до 306,4 мг/дм<sup>3</sup> и йода от 1 до 6 мг/дм<sup>3</sup>. Минеральная вода слабо газует азотом и углеводородными газами [1–5, 7, 9, 10, 22, 24, 29, 30].

Геохимические закономерности распространения минеральных вод определили выделение гидроминеральных (гидрогеохимических) зон с основными месторождениями и участками, показанными на карте минеральных вод Воронежской области [19].

1. Зона условно-минеральных вод типов гидрокарбонатно-хлоридного или хлоридно-гидрокарбонатного класса кальциево-натриевого или натриево-кальциевого подкласса с минерализацией 0,6–1,0 г/дм<sup>3</sup>. Это слабощелочные холодные воды с невысоким содержанием органического вещества, сходные с бальнеологической группой вод без

«специфических» компонентов и свойств и отличающиеся только величиной минерализации и химическим классом. Представителем гидроминеральной зоны является вода «Клиническая», вскрытая скважиной на территории поликлиники № 2 г. Воронежа. Экспериментальными исследованиями сотрудников Воронежской медицинской академии и Воронежского университета показана возможность ее применения при лечении урологических заболеваний. Минеральные воды обнаружены в песчано-глинистых отложениях среднего и верхнего девона на глубине от 76,2 до 164 м. По химическому составу имеется ее близкий аналог – это воды минеральных источников «Березовская» и «Ессентуки» (район Кавказских минеральных вод). Бальнеологическим заключением Центрального научно-исследовательского института курортологии и физиотерапии Министерства здравоохранения СССР (в настоящее время – Российский научный центр восстановительной медицины и курортологии Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации) «Клиническая» вода была рекомендована как лечебно-столовая для лечения хронических желудочно-кишечных и урологических заболеваний. Подобная вода вскрыта скважиной в прибрежной части Воронежского водохранилища на территории санатория им. Горького [11, 18, 19, 31].

2. Тип вод без «специфических» компонентов и свойств сульфатно-хлоридного или хлоридно-сульфатного класса и преимущественно кальциевого или натриево-кальциевого подкласса с минерализацией от 1 до 10 г/дм<sup>3</sup>. Широко известны минеральные воды «Икорецкая» и «Углянческая». Вода «Икорецкая» эксплуатируется скважиной на территории санатория им. Цюрупы близ села Средний Икорец Лискинского района. Воды циркулируют в песчаниках старооскольского горизонта среднего девона, вскрыты на глубине 68,8–86,0 м, а также в трещиноватых архейско-протерозойских породах коры выветривания кристаллического фундамента на глубине 90–122 м. Эти воды слабощелочные с минерализацией 1,89–2,3 г/дм<sup>3</sup>, класса – сульфатно-хлоридного натриево-кальциевого. В воде присутствует фтор – 0,2–1,0 мг/дм<sup>3</sup>, бром – 2,3–1,0 мг/дм<sup>3</sup>. Тяжелые металлы – железо, марганец, кобальт, цинк – не превышают предельно допустимых концентраций. Отмечено присутствие стронция и лития.

Бальнеологическим заключением «Икорецкая» вода рекомендуется для употребления как лечебно-столовая для лечения хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Минеральная вода «Углянческая» приурочена к мосоловским песчаникам среднего девона и к трещиноватой зоне докембрийских кристаллических пород фундамента. Эти воды напорные, вскрываются скважинами на глубине 247,4–307,0 м на территории санатория «Углянец». Вода слабощелочная, с минерализацией 3,2 г/дм<sup>3</sup>, по химическому типу – сульфатно-хлоридная смешанного катионного состава. В воде в малых концентрациях имеются: бром (4 мг/дм<sup>3</sup>), фтор (0,7 мг/дм<sup>3</sup>), литий (0,1 мг/дм<sup>3</sup>), стронций (5 мг/дм<sup>3</sup>). Вода жесткая (24 ммоль/дм<sup>3</sup>), присутствует кремневая (6,6 мг/дм<sup>3</sup>) и борная (25 мг/дм<sup>3</sup>) кислоты. Углянческая вода рекомендуется для лечения заболеваний, связанных с обменом веществ и желудочно-кишечного тракта [19].

3. Зона бромных вод хлоридного класса натриевого и кальциевого подкласса с минерализацией от 10 до 50 г/дм<sup>3</sup>. Представителем является минеральная вода «Белая Горка». Из скважины осуществляется её самоизлив с высотой 2,4 м выше земной поверхности. Пьезометрический уровень устанавливается на отметке 72 м, а величина напора изменяется от 150 до 160 м. Общий дебит скважины составляет 108 м<sup>3</sup>/сут.

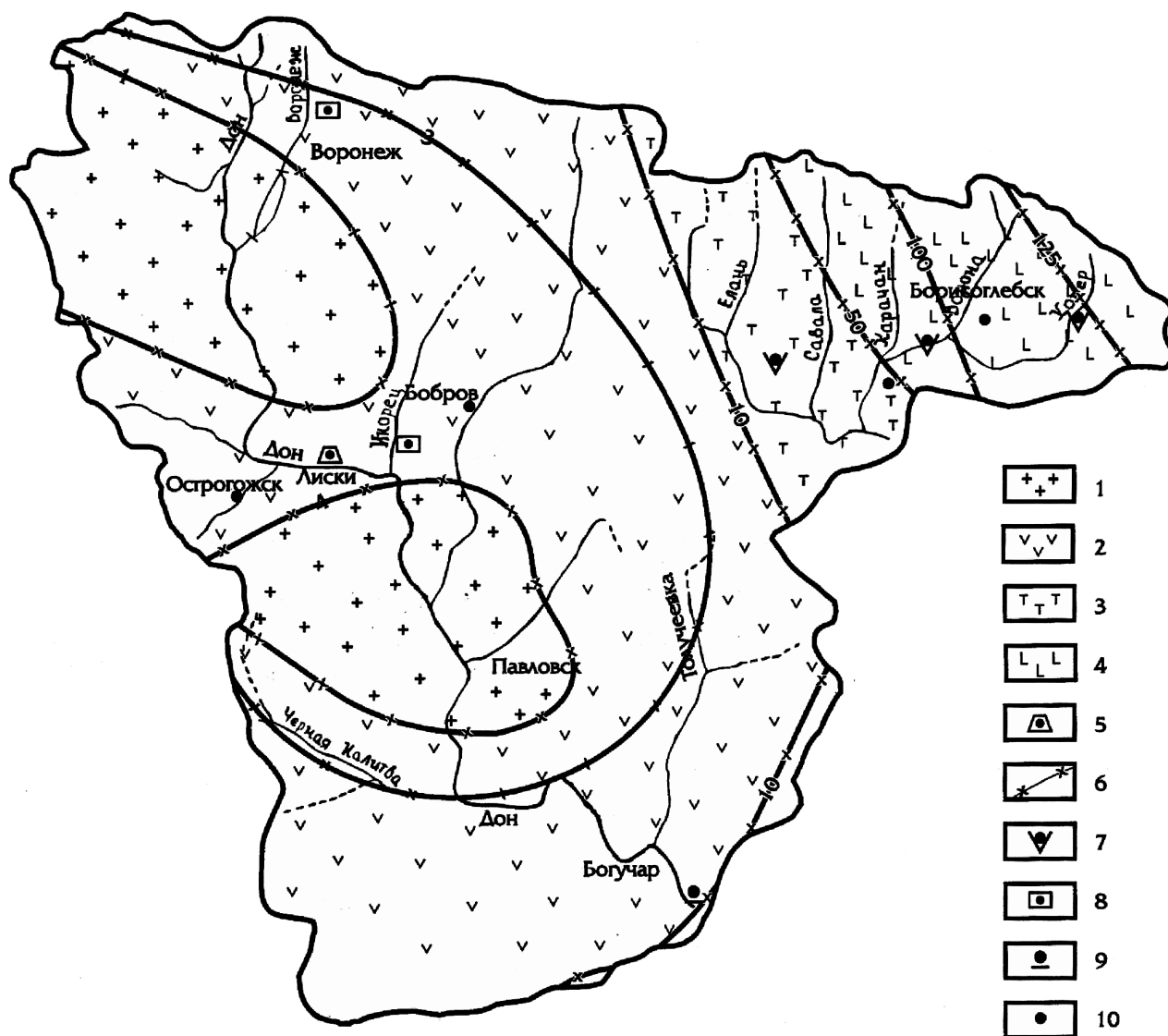
Концентрация брома составляет 36,8–48,9 мг/дм<sup>3</sup> (при норме 25 мг/дм<sup>3</sup>). В малых концентрациях отмечается фтор – 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, литий – 0,3 мг/дм<sup>3</sup> и стронций – 21,0–25,0 мг/дм<sup>3</sup>. Количество железа достигает 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, характерна невысокая окисляемость – от 0,6 до 7,36 мг/дм<sup>3</sup>. Вода очень жесткая (величина жесткости 83,9–87,9 ммоль/дм<sup>3</sup>). Имеется кремневая кислота – 0,8 мг/дм<sup>3</sup>. В небольших количествах присутствует йод – 0,4 мг/дм<sup>3</sup>. Вода слабо газирует азотом и углекислым газом. В 2002 году на базе источника минеральных вод «Белая Горка» открыта водолечебница [7, 19, 29, 30].

4. Зона бромных и йодо-бромных рассолов хлоридного класса кальциево-натриевого подкласса с минерализацией от 50 до 135 г/дм<sup>3</sup> и более. Представителем вод этой зоны является минеральная вода «Ильменская», вскрытая скважинами на северо-западном берегу озера Ильмень в пойме р. Хопер. Бромные рассолы с концентрацией солей до 32,3 г/дм<sup>3</sup> и содержанием брома – 160 мг/дм<sup>3</sup> вскрыты на глубине 184–216 м. Они приурочены к озерско-хованскому горизонту, представленному известняками, доломитами с прослойками песков, глин и мергелей. В низах разреза залегает ангидритово-доломитовая пачка с пластами гипса. В бромном рассоле определены йод – 1 мг/дм<sup>3</sup>, фтор – 1,8 мг/дм<sup>3</sup>, свободная углекислота – 22 мг/дм<sup>3</sup>. Имеется железо, медь, свинец, цинк, мышьяк. Воды

напорные с высотой напора около 113 м, удельный дебит скважины составляет в среднем около 0,72 м<sup>3</sup>/сут. Бромные рассолы с концентрацией брома от 100 до 304,4 мг/дм<sup>3</sup> вскрываются скважинами ниже по разрезу во всех горизонтах девонских отложений [9, 10, 13, 15, 17, 19, 26].

В бассейне среднего течения р. Хопер известно порядка 12 самоизливающихся скважин бромных и йодо-бромных минеральных вод и рассолов, из которых восстановлено и изучено только 4 (Новоильменская, Карбовская, Горелая Ольха, Елань-Коленовская), находящихся в Новохоперском районе (рис.).

5. Зона радоновых вод сульфатно-хлоридного класса кальциево-натриевого подкласса с минерализацией от 1 до 2 г/дм<sup>3</sup>. Эти воды приурочены к тектоническому разлому кристаллического фундамента, проходящему вблизи г. Лиски. Воды напорного характера вскрываются скважинами на глубинах от 75–120 м и 230–280 м. Концентрация радона колеблется от 120 до 128 нКи/дм<sup>3</sup>. В воде помимо радона имеются радиоактивные элементы – уран, радий. Минерализация вод составляет – 1,8–1,9 г/дм<sup>3</sup>, а химический тип воды устанавливается как хлоридно-сульфатный натриево-кальциевый. В воде присут-



**Рис. Распространение минеральных вод (составители А. Я. Смирнова, О. А. Бабкина):** 1 – условно-минеральные воды: слабощелочные гидрокарбонатно-хлоридные натриево-кальциевые с минерализацией 0,7–1,0 г/дм<sup>3</sup>; 2 – минеральные воды без «специфических» компонентов и свойств: слабощелочные хлоридно-сульфатные кальциевые или натриево-кальциевые с минерализацией 1–10 г/дм<sup>3</sup>; 3 – бромные воды, хлоридные натриевые с минерализацией 10–50 г/дм<sup>3</sup>; 4 – бромные и йодо-бромные рассолы, хлоридные кальциево-натриевые с минерализацией 50–125 г/дм<sup>3</sup>; 5 – месторождение радоновых вод, сульфатно-хлоридных кальциево-натриевых с минерализацией 1,7–1,9 г/дм<sup>3</sup>; 6 – границы гидроминеральной зоны, изоминеры, г/дм<sup>3</sup>; 7 – участки, перспективные для использования минеральных вод; 8 – бальнеологические курорты, санатории, лечебницы; 9 – скважины

стует бром (1–8 мг/дм<sup>3</sup>), йод (0,1–0,75 мг/дм<sup>3</sup>), фтор (3,27–6,38 мг/дм<sup>3</sup>), имеются медь, стронций, цинк и другие микроэлементы [19].

Радоновые воды Лискинского месторождения могут использоваться для лечения опорно-двигательной и сердечно-сосудистой систем организма. В России исследуемым водам имеются природные аналоги: Липовские радоновые воды (Средний Урал) – это слаборадоновые и среднерадоновые воды. Радоновые воды Лискинского месторождения обладают большими запасами ценных вод. Общий водозабор может достигать из двух скважин 415 м<sup>3</sup>/сут.

Радоновые воды формируются путём перетекания вод из девонских отложений в трещины кристаллических пород фундамента с последующим эманированием радона из кислых пород гранитного состава, содержащих радиоактивные элементы.

Присутствие радоновых вод возможно и в Таловском районе вблизи Артюшкинского граносиенитового массива, также специализированного на радиоактивные элементы. Следует отметить, что и Лискинский, и Артюшкинский гранитоидные массивы расположены в пределах Острогжско-Новохоперского субширотного разлома.

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.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабкина О. А. Бизнес-проект «Использование йодо-бромных рассолов минерального источника Ильменьский» (Среднее Прихоперьё) / О. А. Бабкина // Тезисы докл. Байкал. Междунар. форум «Безопасность развития региона». – Иркутск, 1996. – С. 159.
2. Бабкина О. А. Эколого-геохимическая характеристика минеральных вод северо-восточной части Воронежской области / О. А. Бабкина // Проблемы интеграции экономической, хозяйственной и социальной политики. Матер. III Тамбов. науч.-практ. конф. Ч. 2. – Мичуринск: Мичуринск. сельхоз. академ., 1997. – С. 33–34.

3. Бабкина О. А. К вопросу о перспективности поисков минеральных йодо-бромных вод юго-восточного склона Воронежской антеклизы / О. А. Бабкина // Проблемы геологии и освоения недр: Матер. Второй Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых им. акад. М. А. Усова. Ч. 1 – Томск: Томск. ун-т, 1988. – С. 110.

4. Бабкина О. А. Эколого-бальнеологические свойства йодо-бромных минеральных вод в восточной части Воронежской области / О. А. Бабкина // Вопросы региональной экологии. Тез. докл. III регион. науч.-тех. конф. – Тамбов: Тамбов. ун-т, 1998. – С. 45.

5. Бабкина О. А. Характеристика минеральных йодо-бромных вод на примере источника в районе г. Борисоглебска (Воронежская область) / О. А. Бабкина // Современные проблемы геологии. Мат. науч. сес. геол. ф-та Воронеж. ун-та. – Воронеж, 1998. – С. 48–49.

6. Бабкина О. А. Минеральные лечебные воды Воронежской области и их экологическая оценка / О. А. Бабкина // Агроэкология и устойчивое развитие регионов: Материалы Всерос. науч. конф. студентов и молодых ученых, посвящ. 45-лет. КрасГАУ. Ч. 1. – Красноярск, 1988. – С. 71–72.

7. Бабкина О. А. Экологическая оценка бромных вод Воронежской области / О. А. Бабкина // Совершенствование наземного обеспечения авиации: Тез. докл. Всерос. науч. конф. Ч. 2. – Воронеж: Воронеж. воен. инж. авиац. ин-т., 1999. – С. 102–103.

8. Бабкина О. А. Принципы экологической оценки минеральных и питьевых вод / О. А. Бабкина, Л. Н. Строгонова, А. Я. Смирнова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геол., 2007. – № 2. – С. 214–217.

9. Бочаров В. Л. Новые минеральные источники бромных и йодо-бромных вод Воронежской области / В. Л. Бочаров, А. Я. Смирнова // Реализация научно-технических программ Центрально-Черноземного региона. Мат. науч.-тех. конф. – Воронеж: Воронеж. тех. ун-т, 1996. – Т. 1. – С. 85–91.

10. Бочаров В. Л. Бромные и йодо-бромные минеральные воды Среднехоперской гидроминеральной провинции (Воронежская область) / В. Л. Бочаров, О. А. Бабкина // Реализация научно-технических программ Центрально-Черноземного региона. Мат. науч.-тех. конф. – Воронеж: Воронеж. тех. ун-т, 1997. – С. 55–57.

11. Бочаров В. Л. Гидрогеохимические особенности подземных вод девонских отложений в районе г. Воронежа и его окрестностях / В. Л. Бо-

чаров, М. Н. Бугреева // Лесные экосистемы зеленой зоны г. Воронежа. – Воронеж : Воронеж. лес.-тех. академ., 1998. – С. 36–39.

12. Бочаров В. Л. Исследование геохимии йодобромных минеральных вод с применением алгоритма многомерной классификации / В. Л. Бочаров, М. Н. Бугреева, О. А. Бабкина, О. Ф. Ускова, И. А. Львова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геол., 1999. – № 8. – С. 168–175.

13. Бочаров В. Л. Геохимия йодо-бромных вод Среднехоперской гидроминеральной провинции / В. Л. Бочаров, М. Н. Бугреева, О. А. Бабкина // Геология Русской плиты и сопредельных территорий на рубеже веков. Мат. Всерос. науч. конф. – Саратов : Колледж, 2000. – С. 98.

14. Бочаров В. Л. Кластерный анализ йодобромных минеральных вод по химическому составу с применением алгоритма многомерной классификации / М. Н. Бугреева, О. А. Бабкина, О. Ф. Ускова, И. А. Львова // Экологический вестник Черноземья. Вып. 10. – Воронеж : Менеджер, 2000. – С. 31.

15. Бочаров В. Л. К проблеме экологической гидрогеохимии бассейна Среднего Хопра / В. Л. Бочаров, М. Н. Бугреева, О. А. Бабкина // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геол., 2001. – № 11. – С. 236–243.

16. Бочаров В. Л. Экологически чистые условно-минеральные воды Белгородского горно-рудного района КМА / В. Л. Бочаров, М. Н. Бугреева, А. Я. Смирнова, О. Н. Плешкова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геол., 2002. – № 1. – С. 243–248.

17. Бочаров В. Л. Эколого-бальнеологическая оценка минеральных вод среднего течения р. Хопер / В. Л. Бочаров, О. А. Бабкина, А. Я. Смирнова // Высокие технологии в экологии. Тр. 6-й Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж : Менеджер, 2003. – С. 14–16.

18. Бугреева М. Н. Особенности экологической геохимии подземных вод района г. Воронежа / М. Н. Бугреева, В. Л. Бочаров // Экологический вестник Черноземья. Вып. 6. – Воронеж : Менеджер, 1998. – С. 62–64.

19. 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.

20. Смирнова А. Я. Минеральные воды России : учебное пособие / А. Я. Смирнова, В. Л. Бочаров // Воронеж : Менеджер, 1996. – 130 с.

21. Смирнова А. Я. Лечебно-минеральные воды г. Воронежа / А. Я. Смирнова, О. А. Бабкина //

Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геол. Вып. 1. – 1996. – С. 171–176.

22. Смирнова А. Я. Перспектива поисков минеральных вод в восточных районах Воронежской области / А. Я. Смирнова, О. А. Бабкина // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геол. – 1997. – С. 148–153.

23. Смирнова А. Я. Слабоминерализованные лечебно-столовые экологически чистые воды района г. Воронежа / А. Я. Смирнова, В. Л. Бочаров // Экологический вестник Черноземья. Вып. 6. – Воронеж : Менеджер, 1998. – С. 82–91.

24. Смирнова А. Я. Бром в подземных водах докембрийских отложениях южного борта Московского артезианского бассейна / А. Я. Смирнова // Вест. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геол. Вып. 6. – 1998. – С. 223–225.

25. Смирнова А. Я. Региональные закономерности распространения и генетическая природа минеральных вод Воронежской антеклизы / А. Я. Смирнова, О. А. Бабкина // Геология Русской плиты и сопредельных территорий на рубеже веков: 300 лет геологической службе России : Материалы Всерос. науч. конф., посвящ. памяти проф. В. В. Тикшаева. – Саратов : Саратов. ун-т, 2000. – С. 109.

26. Смирнова А. Я. Пространственная неоднородность, потенциальная ценность ресурсов лечебных бромных, йодо-бромных и промышленных вод восточной периферии Воронежской антеклизы / А. Я. Смирнова, О. А. Бабкина // Геология Русской плиты и сопредельных территорий на рубеже веков: 300 лет геологической службе России : Материалы Всерос. науч. конф., посвящ. памяти профессора В. В. Тикшаева. – Саратов : Саратов. ун-т, 2000. – С. 110.

27. Смирнова А. Я. Минеральные воды г. Воронежа и его окрестностей / А. Я. Смирнова, Н. И. Позднякова // Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 30. – Воронеж : ИПЦ Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 68 с.

28. Смирнова А. Я. Экология подземных вод бассейна Верхнего Дона / А. Я. Смирнова, А. И. Бородкин // Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2007. – 180 с.

29. Смирнова А. Я. Минеральные воды / А. Я. Смирнова // Воронежская энциклопедия. – Т. 1. – Воронеж : Центр. дух. возрожд. Чернозем. края, 2008. – С. 491–492.

30. Смирнова А. Я. Месторождение подземных минеральных вод «Белая Горка» / А. Я. Смирнова, С. И. Когтева // Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. Сб. науч. тру-

дов. – Ростов н/Д : Юж. федер. ун-т, 2008. – С. 42–45.

31. *Строгонова Л. Н.* Эколого-геохимическая оценка подземных вод девонского водоносного комплекса междуречья Дон–Ведуга / Л. Н. Строгонова, В. Л. Бочаров, А. В. Дыбцева // Научные чтения памяти П. М. Чирвинского. Пробл. Минерал. петрограф. и металл. Вып. 8. – Пермь : Перм. ун-т, 2005. – С. 47–53.

*Воронежский государственный университет  
А. Я. Смирнова, доктор географических наук,  
профессор кафедры гидрогеологии, инженерной  
геологии и геоэкологии  
Тел. 8 (4732) 208-980*

*В. Л. Бочаров, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии  
Тел. 8 (4732) 208-980*

*О. А. Бабкина, преподаватель кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии  
Тел. 8 (4732) 208-980*

32. *Ускова О. Ф.* Программная реализация алгоритма многомерной классификации и практическое её применение в исследовании геохимии минеральных вод / О. Ф. Ускова, И. А. Львова, В. Л. Бочаров, М. Н. Бугреева // Математическое обеспечение ЭВМ. Межвуз. сб. науч. трудов. Вып. 2. – Воронеж : Воронеж ун-т, 2000. – С. 92–98.

*Voronezh State University  
A. Ya. Smirnova, Doctor Geographical Sciences,  
Professor of Chair of Hydrogeology, Engineering  
Geology and Geoecology  
Tel. 8 (4732) 208-980*

*V. L. Bocharov, Doctor of Geology-Mineralogical  
Sciences, Professor, Head of Chair of Hydrogeology,  
Engineering Geology and Geoecology  
Tel. 8 (4732) 208-980*

*O. A. Babkina, Teacher of Chair of Hydrogeology,  
Engineering Geology and Geoecology  
Tel. 8 (4732) 208-980*